



TESIS PM-147501

**SIMULASI KEGIATAN BONGKAR MUAT
PETIKEMAS UNTUK OPTIMASI JUMLAH COMBINE
TRACTOR TERMINAL (CTT) PT TERMINAL TELUK
LAMONG**

ARIS SETYA YUWANA
NRP. 9114201405

DOSEN PEMBIMBING
Nurhadi Siswanto, ST., MSIE., Ph.D

PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN INDUSTRI
PROGRAM PASCASARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ARIS SETYA YUWANA

NRP. 9114201405

Tanggal ujian : 11 Januari 2017

Periode wisuda : Maret 2017

Disetujui oleh:

1. Nurhadi Siswanto, ST, MSIE, Ph.D.
NIP: 197005231996011001
2. Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc
NIP: 195903181987011001
3. Prof. Dr. Ir. Suparno, MSIE
NIP: 194807101976031002

(Pembimbing)

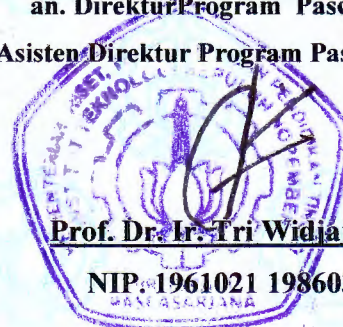
(Penguji)

(Penguji)

an. Direktur Program Pascasarjana ITS,
Asisten Direktur Program Pascasarjana ITS

Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng

NIP: 1961021 198603 1 001



SIMULASI KEGIATAN BONGKAR MUAT PETIKEMAS UNTUK OPTIMASI JUMLAH COMBINE TRACTOR TERMINAL (CTT) PT TERMINAL TELUK LAMONG

Nama mahasiswa : Aris Setya Yuwana
NRP : 9114201405
Pembimbing : Nurhadi Siswanto, ST., MSIE., Ph.D

ABSTRAK

Penggunaan petikemas sebagai sarana pengiriman barang melalui jalur laut dari tahun ketahun semakin meningkat. Terminal petikemas merupakan tempat untuk kegiatan bongkar muat petikemas. Terminal petikemas mempunyai mempunyai peralatan diantaranya *Container Crane (STS)*, *Combine Tractor Terminal (CTT)*, *Automatic Stacking Crane (ASC)* untuk mendukung kegiatan bongkar muat. Lokasi penelitian adalah PT Terminal Teluk Lamong.

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah menggunakan simulasi. Skenario penelitian yang diujikan adalah dengan mengubah jumlah CTT yang digunakan untuk melayani STS. Kondisi eksisting, CTT yang digunakan untuk melayani STS adalah 7 unit. Skenario jumlah CTT yang digunakan adalah 8, 7, 6, 5, 4 dan 3 unit CTT per STS. Parameter yang dijadikan sebagai acuan pemilihan jumlah CTT adalah utilitas STS dan CTT, Box Crane Hour (BCH) dan Box Crane Hour (BSH).

Hasil dari penelitian ini adalah jumlah CTT yang paling efektif adalah menggunakan 5 unit CTT untuk melayani 1 unit STS baik dermaga domestik maupun internasional. Nilai utilitas STS dan CTT saling berpotongan ketika menggunakan 5 unit CTT. Apabila menggunakan 5 unit, nilai BCH yang diperoleh untuk dermaga internasional adalah 19,03 box crane per jam, sedangkan untuk domestik 17,40 box crane per jam. Untuk nilai BSH dermaga internasional adalah 27,94 box ship per jam, sedangkan untuk dermaga domestik 19,13 box ship per jam.

Kata Kunci : Terminal Petikemas, Petikemas, Simulasi, *Combine Tractor Terminal (CTT)*

(halaman ini sengaja dikosongkan)

SIMULATION OF LOADING-UNLOADING CONTAINER FOR OPTIMALIZATION COMBINE TRACTOR TERMINAL (CTT) PT TERMINAL TELUK LAMONG

Name : Aris Setya Yuwana
NRP : 9114201405
Advisor : Nurhadi Siswanto, ST., MSIE., Ph.D

ABSTRACT

The use of container (containerized) for delivery of goods is increasing. Container terminal is a place for loading and unloading containers. Container terminal has equipment for loading unloading container such as Container Crane (STS), Combine Tractor Terminal (CTT), Automatic Stacking Crane (ASC) to support loading and unloading activities. The research location is PT Terminal Teluk Lamong.

In this study will analyze the activities of transfer container from the docks to the container yard. The scenario is changing the amount of CTT used to serve STS. Existing condition, amount CTT to serve STS is 7 units. The number of CTT in this scenario is 8, 7, 6, 5, 4 and 3 units. The parameters to determine amount of CTT is utility of STS and CTT, BCH and BSH.

Result from this study is the number of CTT most effective if use 5 units of CTT for international and domestic. When using 5 units, BCH value is 19,03 for international wharf and 17,40 for domestic wharf. BSH value is 27,94 box ship per hour for international wharf and 19,13 ship per hour for domestic wharf.

Key words : Container Terminal, Container, Simulation, Combine Tractor Terminal (CTT)

(halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik. Tesis ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Manajemen Teknologi (M.MT) di Program Pasca Sarjana Magister Manajemen Teknologi Institut Nopember Surabaya.

Selama pelaksanaan dan penyusunan tesis ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Nurhadi Siswanto, ST, MSIE, PhD. selaku dosen pembimbing;
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc selaku dosen penguji;
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Suparno, MSIE selaku dosen penguji;
4. Pimpinan dan seluruh staf MMT ITS;
5. Teman-teman di MMT ITS khususnya Jurusan Manajemen Industri periode angkatan genap tahun 2014;
6. Seluruh pimpinan dan staf PT Pelabuhan Indonesia III (Persero);
7. Seluruh pimpinan dan staf PT Terminal Teluk Lamong;
8. Mas Prahara, Mba Ika dan Mas Budianto yang sangat membantu dalam penulisan tesis;
9. Bapak tersayang Miskun Widiyanto dan Ibu tercinta Dwi Rakhmayanti;
10. Kakakku, Desi Widiyanti;

11. Istri tercinta, Niki Rosita yang selalu memberikan dukungan dalam penyelesaian tesis ini;

12. Pihak-pihak yang telah banyak membantu yang tidak dapat penulis satu persatu.

Penulis sangat menyadari bahwa tesis yang ditulis ini masih sangat banyak kelemahan dan kekurangannya, walaupun sebenarnya segala daya upaya serta kemampuan telah penulis kerahkan untuk menyelesaikan tesis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik dari pembaca demi kebaikan tesis ini kedepannya. Akhirnya, penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi semua dan dapat berkontribusi dalam kemajuan bangsa dan negara ini.

Walaikumussalam Wr. Wb.

Surabaya, Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	5
1.5.1 Batasan	5
1.5.2 Asumsi	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Terminal Petikemas	9
2.2 Petikemas	13
2.3 Terminal Teluk Lamong	15
2.4 Peralatan Bongkar Muat	17
2.4.1 Ship to Shore (STS)	17
2.4.2 Combined Tractor Terminal (CTT)	18
2.4.3 Docking Station (DS)	19
2.4.4 Automated Stacking Crane (ASC)	20
2.5 Fasilitas Penunjang	21
2.5.1 Dermaga	21
2.5.2 Lapangan Penumpukan (CY)	22
2.6 Sistem	23
2.6.1 Klasifikasi Sistem	24
2.6.2 Konsep Umum Sistem Dinamis	24

2.7	Simulasi	28
2.7.1	Simulasi <i>Discrete Event</i>	29
2.8	Posisi Penelitian.....	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		37
3.1	Survey Pendahuluan	37
3.2	Identifikasi Masalah	37
3.3	Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data	39
3.4	Proses Simulasi.....	40
3.4.1	Identifikasi Sistem Nyata	40
3.4.2	Konstruksi Model.....	40
3.4.3	Simulasi Sistem Diskret	41
3.4.4	Verifikasi.....	41
3.4.5	Validasi	42
3.4.6	Eksperimen dan Running Simulasi	42
3.4.7	Analisis dan Penarikan Kesimpulan.....	42
BAB IV PEMODELAN SISTEM		45
4.1	Pengumpulan dan Pengolahan Data	45
4.1.1	Penentuan Distribusi Data.....	45
4.1.2	Jarak Dermaga dengan Container Yard	52
4.1.3	Kecepatan CTT dalam Dermaga.....	54
4.1.4	Strategi Dispatching CTT	54
4.2	Konseptual Model	55
4.2.1	Diagram Logic Flow	55
4.2.2	Elemen Sistem.....	59
4.2.3	Sistem Variabel	61
4.2.4	Skenario Simulasi	61
4.3	Logika Pemodelan	62
4.3.1	Logika Pemodelan Kedatangan Kapal	62
4.3.2	Logika Pemodelan Bongkar Muat Petikemas	63
4.3.3	Logika Pemodelan di CY Internasional	67
4.3.4	Logika Pemodelan di CY Domestik	68
4.3.5	Logika Pemodelan Garasi CTT.....	69

4.4	Verifikasi	70
4.5	Validasi	70
4.5.1	Uji T (T-test)	70
4.5.2	Menentukan Jumlah Replikasi	77
BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA		79
5.1	Berthing Time	79
5.2	Operating Time	80
5.3	Box Ship Hour (BSH)	81
5.4	Box Crane Hour (BCH)	82
5.5	Utilitas Peralatan	83
5.5.1	Utilitas STS dan CTT Dermaga Internasional	84
5.5.2	Utilitas STS dan CTT Dermaga Domestik	84
5.6	Antrian CTT	85
5.7	Penentuan Jumlah CTT	86
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		95
8.1	Kesimpulan	95
8.2	Saran	96
A. DAFTAR PUSTAKA		97
LAMPIRAN		99
BIOGRAFI		119

(halaman ini sengaja dikosongka

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Pertumbuhan pengiriman barang lewat jalur laut (UNCTAD, 2013).....	1
Gambar 1. 2 Perkembangan Pengiriman Komoditi Jalur Laut (UNCTAD, 2013).....	2
Gambar 2. 1 Peningkatan Penggunaan Petikemas (<i>Containerized</i>) (Drewry Shipping Consultants, 2008/2009)	10
Gambar 2. 2 Ilustrasi Terminal Petikemas (Steenken et al., 2004)	11
Gambar 2. 3 Standar Ukuran Petikemas	14
Gambar 2. 4 Layout Dermaga Teluk Lamong.....	16
Gambar 2. 5 Ship to Shore Terminal Teluk Lamong	18
Gambar 2. 6 Combined Tractor Terminal (CTT)	19
Gambar 2. 7 Docking Station Area.....	20
Gambar 2. 8 ASC Terminal Teluk Lamong	21
Gambar 2. 9 Dermaga Terminal Teluk Lamong.....	22
Gambar 2. 10 CY Teluk Lamong	23
Gambar 2. 11 Simbol <i>Activity cycle diagram</i>	31
Gambar 2. 12 Dispatching Strategi Dedicated per STS.....	32
Gambar 2. 13 Dispatching Strategi Dedicated per Dermaga.....	33
Gambar 2. 14 Dispatching Strategi Undedicated.....	33
Gambar 2. 15 Variasi Jumlah CTT dengan Startegi Dedicated per STS.....	34
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 4. 1 Distribusi Kedatangan Kapal Internasional	46
Gambar 4. 2 Distribusi Kedatangan Kapal Domestik.....	47
Gambar 4. 3 Distribusi Kapasitas Kapal Internasional.....	48
Gambar 4. 4 Distribusi Kapasitas Kapal Domestik	49
Gambar 4. 5 Lamanya Waktu Persiapan Proses Bongkar Muat Internsional.....	50
Gambar 4. 6 Lamanya Waktu Persiapan Proses Bongkar Muat Domestik	50
Gambar 4. 7 Layout Jarak Dermaga dengan CY	52
Gambar 4. 8 Variasi Jumlah CTT dengan Startegi Dedicated per STS.....	54
Gambar 4. 9 Diagram Alur Kegiatan Bongkar	56
Gambar 4. 10 Diagram Alur Kegiatan Muat	58

Gambar 4. 11 Activity Cycle Diagram Bongkar Muat.....	59
Gambar 4. 12 Logika Pemodelan B/M STS Bagian 1.....	64
Gambar 4. 13 Logika Pemodelan B/M STS Bagian 2.....	64
Gambar 4. 14 Logika Pemodelan Muat Petikemas dari CTT ke STS.....	65
Gambar 4. 15 Logika Pemodelan Bongkar Petikemas dari STS ke CTT.....	66
Gambar 4. 16 Logika Pemodelan Muat Petikemas dari CY ke CTT	67
Gambar 4. 17 Logika Pemodelan Petikemas di CY Internasional	68
Gambar 4. 18 Logika Pemodelan Petikemas di CY Domestik.....	68
Gambar 4. 19 Logika Pemodelan Garasi CTT	69
Gambar 4. 20 No Error and Waning Dalam Model	70
Gambar 5. 1 Berthing Time.....	79
Gambar 5. 2 Operating Time.....	80
Gambar 5. 3 Box Ship Per Hour (BSH)	81
Gambar 5. 4 Box Crane Per Hour (BCH).....	83
Gambar 5. 5 Grafik Utilitas STS dan CTT Dermaga Internasional	84
Gambar 5. 6 Grafik Utilitas STS dan CTT Dermaga Domestik.....	85
Gambar 5. 7 Waktu Antrian CTT Internasional.....	85
Gambar 5. 8 Waktu Antrian CTT Domestik	86
Gambar 5. 9 Rekap Dermaga Internasional.....	87
Gambar 5. 10 Utilitas STS dan CTT Internsaional	87
Gambar 5. 11 Rekap Dermaga Domestik.....	89
Gambar 5. 12 Utilitas STS dan CTT Domestik.....	90
Gambar 5. 13 Jumlah Tambahan CTT	92
Gambar 5. 14 Tambahan Biaya Investasi.....	93

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Posisi Penelitian.....	36
Tabel 4. 1 Distribusi Parameter Proses Bongkar Muat.....	51
Tabel 4. 2 Detail Jarak Dermaga dengan CY	53
Tabel 4. 3 Uji T Internasional.....	75
Tabel 4. 4 Uji T Domestik	76
Tabel 4. 5 Nilai P-Value Internasional	76
Tabel 4. 6 Nilai P-Value Domestik.....	77
Tabel 4. 7 Minimal Replikasi	78
Tabel 5. 1 Analisis Investasi CTT	92

(halaman ini sengaja dikosongkan)

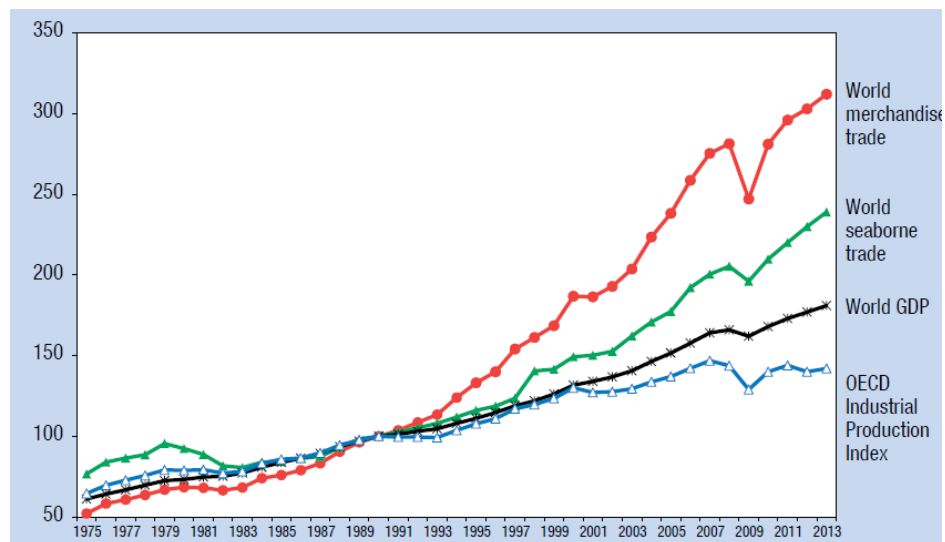
BAB I

PENDAHULUAN

Pada bagian pendahuluan ini akan dijelaskan mengenai latar belakang penyusunan penelitian, perumusan masalah, tujuan dan manfaat dilakukan penelitian serta ruang lingkup penelitian yang terdiri atas batasan dan asumsi.

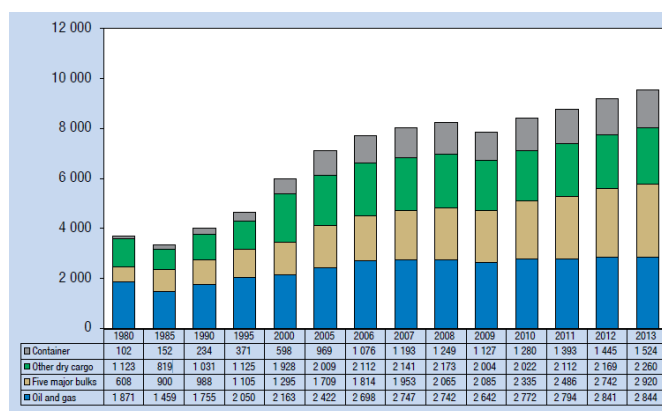
1.1 Latar Belakang Penelitian

Pertumbuhan ekonomi dunia dari tahun ke tahun semakin meningkat. Transportasi melalui jalur laut (*seaborne trade*) memegang sekitar 80% perdagangan dunia dan mendorong timbulnya globalisasi. Menurut data dari UNCTAD (*United Nations Conference on Trade and Development*) dalam *Review of Maritime Transport* 2014 menyebutkan bahwa pada tahun 2013, perdagangan dunia melalui laut mencapai 9,6 milyar ton atau meningkat sekitar 3,8% dari tahun sebelumnya. Perkembangan *seaborne trade* ini seiring dengan pertumbuhan *Gross Domestic Product (GDP)* yang meningkat sebesar 2,3% pada tahun 2013.



Gambar 1. 1 Pertumbuhan pengiriman barang lewat jalur laut (UNCTAD, 2013)

Peningkatan arus barang juga terjadi pada pengiriman barang menggunakan petikemas mencapai 650 trilyun TEUS pada tahun 2013 atau meningkat dari sebesar 7,2% dari tahun sebelumnya. Jumlah komoditi yang diangkut menggunakan petikemas dari tahun 1980 sampai 2013 mengalami peningkatan yang sangat signifikan. Pada tahun 1980 hanya 102 juta ton sedangkan pada tahun 2013 sudah mencapai 1.524 juta ton. Hal ini memberikan gambaran bahwa penggunaan petikemas untuk pengangkutan barang semakin digemari karena mempunyai beberapa keunggulan



Gambar 1. 2 Perkembangan Pengiriman Komoditi Jalur Laut (UNCTAD, 2013)

Terminal Teluk Lamong merupakan terminal operator di wilayah Jawa Timur, yang diharapkan dapat memperlancar arus barang dan logistik. Terminal Teluk Lamong merupakan terminal dengan konsep *Automatic Terminal dan Green Terminal*, yang sangat ramah lingkungan dan memperhatikan emisi gas buang dari alat-alat yang digunakannya. Saat ini Teluk Lamong menggunakan alat-alat yang bersifat *low emission* seperti penggunaan *Ship to Shore (STS)* yang memiliki sumber daya berupa listrik, truk CTT yang tidak menggunakan bahan bakar yang berasal dari fosil, AGV menggunakan bahan bakar gas dan masih banyak peraturan-peraturan yang mendukung Teluk Lamong sebagai *Automatic Terminal dan Green Terminal* (Sumber : Data Internal PT Pelindo III).

Kinerja dari pelayanan petikemas biasanya diukur dari kecepatan proses bongkar muat dan utilitas dari peralatan yang digunakan. Kecepatan bongkar muat akan mempengaruhi lama waktu pelayanan terhadap kapal, semakin cepat

pelayanan kapal maka semakin cepat pula waktu sandar kapal. Dengan demikian, utilitas dermaga, STS dan CTT juga akan meningkat. Semakin besar utilitas peralatan bongkar muat, akan memperbesar jumlah kapal dan volume petikemas yang dapat dilayani oleh terminal sehingga akan memperbesar pendapatan.

Proses *bongkar muat* merupakan suatu kegiatan yang sangat kompleks. Parameter yang saling berkaitan mulai dari ketika kapal pengangkut petikemas datang dan bersandar untuk melakukan kegiatan bongkar muat. Parameter yang ada dalam kapal diantaranya banyaknya petikemas yang dibongkar dan dimuat, ukuran dan kapasitas kapal, banyaknya alat yang digunakan untuk membongkar kapal.

Proses selanjutnya setelah kapal bersandar adalah kegiatan bongkar muat sendiri. Bongkar muat petikemas dari kapal dilakukan oleh *Ship to Shore (STS)*. Pada saat kegiatan bongkar muat ini terjadi transfer petikemas dari STS ke CTT. Beberapa yang mempengaruhi proses transfer petikemas ini adalah kecepatan dari STS, ukuran petikemas dan kesiapan dari CTT. Selanjutnya, petikemas akan diangkut menggunakan *Combine Tractor Truck (CTT)* menuju lapangan penumpukkan (CY). CTT merupakan sebuah alat pengangkut berupa truck yang mempunyai kemampuan berjalan secara otomatis tanpa operator. Parameter yang mempengaruhi pengangkutan petikemas oleh CTT menuju lapangan penumpukkan (CY) diantaranya jarak antar lokasi, kecepatan CTT dan strategi penumpukkannya. Petikemas selanjutnya akan ditumpuk di lapangan penumpukkan oleh *Automatic Stacking Crane (ASC)*. Namun ada proses yaitu peletakkan petikemas di *Docking Station (DS)* oleh CTT. Setiap lapangan penumpukkan (CY) dilayani oleh 5 unit DS. Petikemas yang telah ada di DS akan diangkut oleh ASC untuk disusun sesuai dengan daftar yang telah ditentukan sebelumnya.

Kondisi operasional saat ini terjadi antrian ketika CTT akan menunggu proses bongkar dan muat dari STS. Adanya antrian tersebut menandakan bahwa belum optimalnya jumlah STS untuk saat ini. Waktu tunggu CTT diharapkan dapat dipersingkat tetapi tetap memperhatikan utilitas dari STS. Waktu tunggu CTT pada dermaga rata-rata adalah 4 menit. Utilitas CTT pada kondisi eksisting bernilai sekitar 45%,(Sumber : Data Internal Pelindo III).

Penelitian ini akan lebih berfokus pada CTT dibanding dengan peralatan lainnya, hal-hal yang menjadi pertimbangannya antara lain:

- a. Pada tahun 2016 ini, Terminal Teluk Lamong menambah jumlah STS. Jumlah STS yang baru berjumlah 5 unit.
- b. Dengan penambahan 5 unit STS perlu dilakukan penambahan CTT untuk melayani STS tersebut.
- c. Jumlah CTT yang banyak menyebabkan biaya investasi yang cukup besar sehingga perlu pertimbangan yang matang sebelum berinvestasi.
- d. Masih adanya antrian CTT di sisi STS ketika proses bongkar muat.

Untuk menyelesaikan permasalahan diatas, maka harus dibuat model simulasi sistem bongkar muat. Model simulasi harus merepresentasikan sistem nyata di lapangan. Model simulasi difokuskan untuk menentukan jumlah CTT yang diperlukan per STS untuk proses kegiatan bongkar muat. Jumlah CTT akan dirubah sesuai dengan skenario yang disiapkan untuk mencari kombinasi utilitas alat serta waktu tunggu CTT yang paling rendah pada satu siklus operasi bongkar muat petikemas di PT Terminal Teluk Lamong.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana membuat model sistem bongkar muat di PT Terminal Teluk Lamong yang efektif?
2. Bagaimana menentukan jumlah *Combine Tractor Terminal (CTT)* yang optimal dalam suatu siklus proses bongkar dan muat petikemas?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat suatu model sistem pelayanan petikemas khususnya sistem bongkar muat di PT Terminal Teluk Lamong.
2. Menentukan jumlah *Combine Tractor Terminal (CTT)* untuk mendapatkan utilitas alat bongkar muat yang tinggi serta waktu tunggu CTT di sisi STS yang rendah pada satu siklus operasi bongkar muat petikemas di PT Terminal Teluk Lamong.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini bagi PT Terminal Teluk Lamong adalah sebagai berikut:

1. Manajemen PT Terminal Teluk Lamong dapat mempertimbangkan hasil penelitian ini agar sistem bongkar muat petikemas lebih efisien sehingga akan meningkatkan pendapatan dari perusahaan secara keseluruhan.
2. Manajemen PT Terminal Teluk Lamong dapat mengetahui jumlah CTT yang optimal untuk keadaan eksisting maupun ketika adanya perubahan peralatan, perubahan arus barang dan perubahan parameter-parameter lainnya sehingga akan lebih tepat pengalokasian jumlah CTT yang digunakan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini mencakup pada batasan dan asumsi penelitian.

1.5.1 Batasan

Untuk menjaga agar permasalahan yang dibahas sesuai dengan rumusan masalah dan tujuan yang hendak dicapai, maka dibuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini fokus pada penentuan jumlah alat *Combine Tractor Terminal (CTT)*
2. Peralatan dalam proses bongkar muat adalah *Container Crane (CC)* atau biasa disebut *Ship to Shore (STS)*, *Combine Tractor Terminal (CTT)*, *Docking Station (DS)*, dan *Automatic Stacking Crane (ASC)*
3. Data yang digunakan adalah data operasional bulan Juli 2016 sampai dengan September 2016
4. Jumlah *Ship to Shore* yang digunakan adalah 5 buah STS, yang terdiri dari 3 STS Domestik dan 2 STS Internasional
5. Jumlah *Container Yard (CY)* yang digunakan adalah 5 blok, 3 blok Internasional (2 blok Import, 1 blok Export) dan 2 blok Domestik
6. Jumlah *Docking Station (DS)* masing-masing blok ada 5 DS

7. Jumlah *Automatic Stacking Crane (ASC)* yang digunakan adalah 10 ASC, masing-masing blok terdapat 2 ASC.

1.5.2 Asumsi

Untuk mempermudah pembuatan analisis model dan sistem pelayanan petikemas maka diasumsikan bahwa:

1. Aktivitas pelayanan bongkar muat dianggap berjalan normal
2. Jumlah peralatan (*Ship to Shore, Docking Station dan Automatic Stacking Crane*) yang digunakan aktivitas bongkar muat saat ini sudah optimal
3. Seluruh operator memiliki kinerja yang sama dan telah berpengalaman
4. Semua peralatan dalam keadaan siap operasi dan tidak berada dalam jadwal pemeliharaan
5. Kapasitas yard penumpukkan sudah optimal
6. Kecepatan CTT dianggap konstan.
7. Alokasi CTT untuk STS sudah ditentukan dan pemilihannya menggunakan sistem random
8. Proses bongkar yang dilakukan terhadap petikemas ukuran 20 feet terlebih dahulu baru kemudian bongkar yang 40 feet. Begitu juga saat muat, ukuran 20 feet akan dimuat terlebih dahulu baru kemudian petikemas ukuran 40 feet
9. Lokais CY antara bongkar dan muat merupakan CY yang berbeda begitu pula untuk *CY Export* dan *CY Import*.

1.6 Sistematika Penulisan

Struktur penelitian ini disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi uraian tentang penelitian yang relevan dengan penelitian ini. Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah. Topik utama penelitian adalah menentukan jumlah CTT yang digunakan untuk kegiatan bongkar muat petikemas di Terminal Teluk Lamong.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan kerangka pemikiran, teknik pengumpulan data, metode pengolahan data dan metode analisis.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi tentang data beserta prosedur pengolahan data yang digunakan pada bab metodologi penelitian.

BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Bab ini berisi tentang penjelasan dari pengolahan data yang dilakukan sehingga memiliki nilai dan manfaat sesuai dengan tujuan penelitian.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang hasil penelitian berupa kesimpulan dan saran bagi peningkatan perusahaan.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

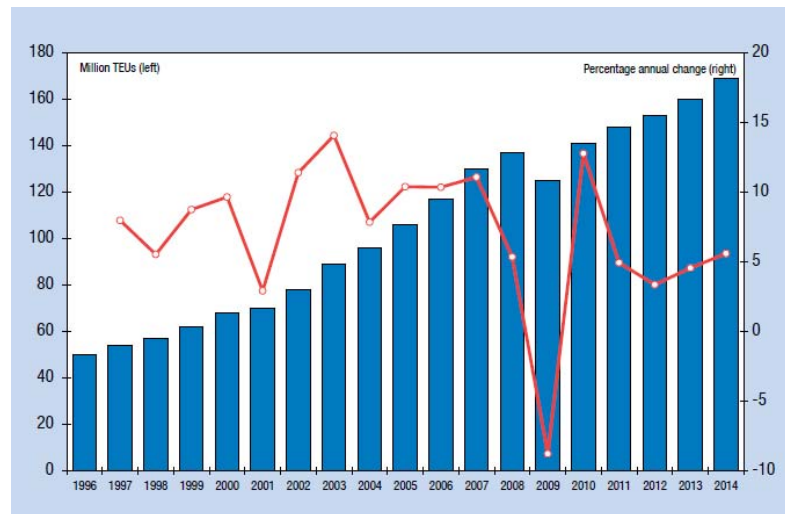
TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai teori dari penelitian beserta dengan konsep dasar penelitian. Pembahasan utama dari penelitian ini adalah menentukan jumlah *Combine Tractor Terminal* (CTT) dalam operasi bongkar muat petikemas sehingga utilisasi peralatan menjadi maksimum.

2.1 Terminal Petikemas

Terminal Petikemas menjadi tempat yang sangat penting dalam menunjang kemajuan tingkat perekonomian suatu daerah. Terminal petikemas didesain khusus hanya untuk melayani bongkar muat petikemas, tidak untuk melayani bongkar muat lainnya. Menurut data statistik menunjukkan bahwa lebih dari 90% kargo internasional diangkut melalui moda laut dengan pelabuhan sebagai *transfer interfacenya* (Winklemans, 2002). Selain itu kargo dan pelayaran dari seluruh dunia juga meningkat secara eksponensial (Henesey 2003). Bahkan untuk saat ini, trend penggunaan petikemas semakin meningkat karena berbagai macam keunggulannya.

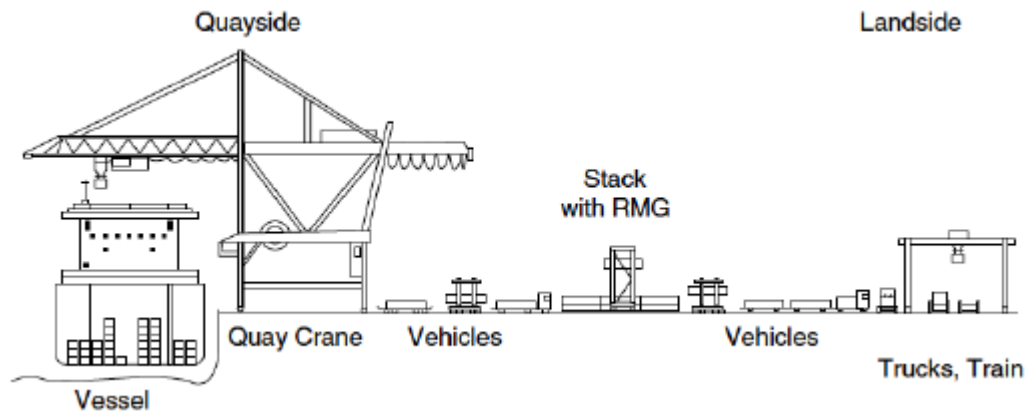
Menurut data dari UNCTAD (*United Nations Conference on Trade and Development*) dalam *Review of Maritime Transport* 2014 menyebutkan bahwa pada tahun 2013 penggunaan petikemas sebagai media pengiriman barang (*containerized*) melalui laut meningkat sebesar 4,6% yaitu sebesar 160 Juta TEUS dari 153 juta TEUS di tahun 2012 (*Clarkson Research Services, 2014b*)



Gambar 2. 1 Peningkatan Penggunaan Petikemas (*Containerized*) (Drewry Shipping Consultants, 2008/2009)

Berdasarkan Gambar 2. 1 diatas terlihat bahwa trend petikemas sebagai sarana pengiriman barang (*containerized*) meningkat secara konsisten dari tahun ke tahun. Dari tahun 1996 yang hanya sebesar 50 juta TEUS hingga tahun 2014 menjadi 160 juta TEUS. Peningkatan yang konsisten ini menjadi indikator bahwa untuk tahun-tahun kedepan, petikemas akan semakin mejadi primadona bagi pengiriman barang terutama melalui jalur laut.

Penggunaan petikemas yang semakin meningkat tentunya memerlukan suatu tempat untuk melakukan kegiatan bongkar-muat petikemas. Terminal petikemas berfungsi sebagai *transfer interface* antara kapal-kapal pengangkut petikemas dengan moda transportasi darat. Terminal petikemas juga dapat digunakan sebagai tempat penyimpanan petikemas sebelum pemilik petikemas mengambilnya. Secara umum, layout dari terminal petikemas seperti tergambar pada Gambar 2. 2.



Gambar 2. 2 Ilustrasi Terminal Petikemas (Steenken et al., 2004)

Berdasarkan Gambar 2. 2 diatas, secara umum alur proses yang terjadi di dalam terminal petikemas adalah :

- Kapal bersandar di dermaga untuk melakukan bongkar muat petikemas
- Proses bongkar muat dilakukan menggunakan *Quay Crane* atau biasa disebut *Ship to Shore (STS)*.
- Petikemas diangkut ke lapangan penumpukan menggunakan truck atau CTT menuju lapangan penumpukkan (CY)
- RTG melakukan *stacking* terhadap petikemas di CY
- Truk dari konsumen akan mengambil petikemas miliknya di lapangan penumpukkan, tentunya dengan melakukan konfirmasi terlebih dahulu kepada pihak operator terminal petikemas. Selain menggunakan truck, bisa juga langsung menggunakan kereta dengan catatan bahwa dalam terminal petikemas sudah terkoneksi dengan jalur kereta api.

Sisi *quayside* menggambarkan pintu gerbang masuknya petikemas kedalam terminal. Area ini merupakan tempat bersandarnya kapal dan juga proses bongkar muat berlangsung untuk melakukan transfer petikemas dari kapal menuju lapangan penumpukkan (Moorty and Teo, 2006). Masalah yang sering terjadi di sisi *quayside* antara lain adalah penjadwalan kapal, lamanya waktu pelayanan, kesiapan alat bongkar muat khususnya STS. Petikemas dibawa menggunakan truck menuju lapangan penumpukkan yang telah ditentukan sebelumnya oleh bagian *planning*. Terdapat 2 tipe strategi penyimpanan petikemas dalam CY *single-level* dan *multi-*

level. *Single-level* mengindikasikan penataan petikemas pada arah horizontal sedangkan *multi-level* fokus pada arah horizontal dan vertical (Lee, et al., 2007). Sampai saat ini sudah banyak penelitian mengenai proses-proses yang ada di *quayside* seperti, penentuan rencana kapal sandar, kecepatan STS, kapasitas CY dan terkait perpindahan petikemas di dalam CY.

Sisi *landside* lebih cenderung berhubungan dengan konektifitas antar moda transportasi. Pada sisi ini juga menjadi penghubung antara terminal petikemas dengan para pengguna jasa. Beberapa isu yang terjadi di lapangan diantaranya alokasi truck pengangkut, penjadwalan kereta api dan penjadwalan alat pengangkut (Steenkel et al., 2004).

Indikator yang digunakan untuk mengukur tingkat produktifitas terminal dalam melakukan proses bongkar muat adalah:

- a. *Box Crane per Hour* (BCH) yaitu banyaknya box petikemas yang dipindahkan oleh STS dalam waktu satu jam, indikator ini ditunjukan untuk pihak internal terminal.
- b. *Box Ship per Hour* (BSH) yaitu banyaknya box petikemas yang mampu dibongkar dan atau dimuat oleh pihak terminal terhadap 1 buah kapal dalam waktu satu jam. Indikator ini lebih ditunjukan untuk kepentingan pihak pelayaran, karena semakin tinggi nilai BSH berarti waktu pelayanan menjadi semakin pendek yang tentu saja akan mempengaruhi waktu sandar dan juga ongkos yang harus mereka keluarkan.
- c. *Turn Round Time* (TRT) merupakan waktu yang diperlukan oleh sebuah kapal dalam melakukan proses bongkar muat petikemas, mulai dari saat datang ke terminal hingga keluar dari terminal.
- d. *Berth Occupancy Ration* (BOR) adalah indikator pemanfaatan dermaga (berth) yang dihitung dengan membagi jumlah *berthing time* (selang waktu yang diperlukan untuk bongkar muat) dengan dua kali jumlah jam dalam satu tahun. Semakin tinggi nilai BOR (dalam satuan presentase), semakin tinggi pemanfaatan dermaga.

2.2 Petikemas

Sesuai *Customs Convention on Container* pada tanggal 2 Desember 1972 di Geneva, Swiss, menyepakati bahwa container adalah alat pengangkutan barang yang berkarakteristik sebagai berikut :

1. Berbentuk permanen dan kokoh, sehingga dapat dipergunakan berulang kali untuk pengangkutan barang
2. Seluruh atau sebagian tertutup, sehingga berbentuk peti atau kerat dan dimaksudkan untuk diisi barang yang akan diangkut
3. Didesain sedemikian rupa untuk mempermudah mobilitas pengangkutannya, sehingga memungkinkan pemindahan barang antar sarana transportasi tanpa harus membongkar isi muatan terlebih dahulu
4. Dilengkapi dengan perangkat yang memudahkan penanganan pemindahannya khususnya apabila dipindahkan dari satu moda transportasi ke moda transportasi lainnya
5. Dibuat sedemikian rupa sehingga mudah diisi dan dikosongkan
6. Mempunyai isi, bila diukur dari dalam sebesar satu meter kubik atau lebih
7. Dibuat dari baja, alumunium, fiber glass, dan dilengkapi dengan pintu yang dapat dikunci dari luar
8. Termasuk perlengkapan atau peralatannya yang diangkut bersama-sama container bersangkutan.

Lebih lanjut *The International Standard Organization (ISO)*, menetapkan pengertian container sebagai alat transportasi yang :

1. Sifatnya cukup kuat untuk dipergunakan berulang kali
2. Dirancang secara khusus sebagai fasilitas untuk membawa barang dengan moda transportasi yang ada
3. Dipasang alat-alat yang memungkinkan sewaktu-waktu digunakan untuk menangani dari satu alat transportasi ke alat transportasi lainnya
4. Dirancang sedemikian rupa sehingga mudah diisi dan dikosongkan.

Petikemas mempunyai bentuk dan kegunaan yang berbeda-beda antara lain:

- *Closed container (General Purpose)*
- *Open Top (Soft Top) Container*
- Petikemas Setengah Tinggi (*Half Height Container*)
- Petikemas Barang Curah (*Dry Bulk Container*)
- *Reefer Container (Refrigerated Container)*
- Petikemas Liquid (*Tank Container*)
- *Platform Container (Flat Rack Container)*
- *Open Top, Open Sided, Open Ended Skeletal Container.*

Berat dan ukuran standar petikemas pada dasarnya telah distandarisasi oleh *International Organization for Standardization (ISO)*. Secara umum, petikemas terbagi menjadi 3 ukuran yaitu 20, 40 dan 45 feet. Petikemas juga mempunyai ukuran satuan TEUS (Twenty Equivalent Units). Untuk petikemas 20 feet setara 1 TEUS dan 40 feet setara 2 TEUS.

		Peti kemas 20 kaki		Peti kemas 40 kaki		Peti kemas 45 kaki	
		inch	metrik	inch	metrik	inch	metrik
dimensi luar	panjang	20'0"	6,058 m	40'0"	12,192 m	45'0"	13,716 m
	lebar	8'0"	2,438 m	8'0"	2,438 m	8'0"	2,438 m
	tinggi	8'6"	2,591 m	8'6"	2,591 m	9'6"	2,896 m
dimensi dalam	panjang	18' 10 5/16"	5,758 m	39' 5 45/64"	12,032 m	44' 4"	13,556 m
	lebar	7' 8 19/32"	2,352 m	7' 8 19/32"	2,352 m	7' 8 19/32"	2,352 m
	tinggi	7' 9 57/64"	2,385 m	7' 9 57/64"	2,385 m	8' 9 15/16"	2,698 m
bukaan pintu	width	7' 8 1/8"	2,343 m	7' 8 1/8"	2,343 m	7' 8 1/8"	2,343 m
	tinggi	7' 5 3/4"	2,280 m	7' 5 3/4"	2,280 m	8' 5 49/64"	2,585 m
volume		1,169 ft ³	33,1 m ³	2,385 ft ³	67,5 m ³	3,040 ft ³	86,1 m ³
berat kotor		52.910 pon	24.000 kg	67.200 pon	30.480 kg	67.200 pon	30.480 kg
berat kosong		4.850 pon	2.200 kg	8.380 pon	3.800 kg	10.580 pon	4.800 kg
muatan bersih		48.060 pon	21.800 kg	58.820 pon	26.680 kg	56.620 pon	25.680 kg

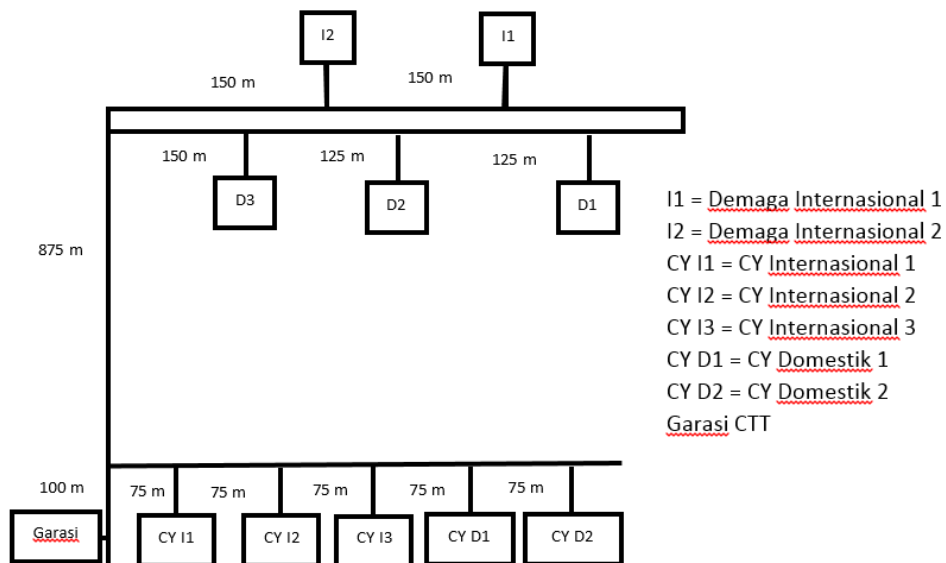
Gambar 2. 3 Standar Ukuran Petikemas

Menurut buku manajemen kepelabuhanan seri 02 dijelaskan bahwa penggunaan petikemas memiliki keuntungan dan kerugian. Berikut keuntungan dan kerugian petikemas (Buku Manajemen Kepelabuhanan Seri 02] :

- Keuntungan
 1. Kecepatan bongkar muat tinggi sehingga dapat mengurangi biaya dan waktu kapal di pelabuhan
 2. Tidak terjadi *double handling*
 3. Kerusakan dan kehilangan muatan kecil
 4. Bisa untuk angkutan *door to door* dengan *intermodal transport*
 5. Penggunaan tenaga kerja hemat
- Kerugian
 1. Biaya investasi yang tinggi termasuk pembangunan terminal container maupun sarana pendukungnya
 2. Perubahan organisasi serta perubahan tata kerja dalam sistem transport dan bongkar/muat petikemas
 3. Timbulnya perusahaan raksasa dalam sistem transport yang mengakibatkan monopoli
 4. *Port of call* kapal petikemas terbatas hanya pada pelabuhan yang memiliki sarana untuk bongkar muat petikemas
 5. Dibutuhkan *skill* yang tinggi bagi para pekerja

2.3 Terminal Teluk Lamong

Port of Lamong Bay atau biasa dikenal dengan Terminal Teluk Lamong merupakan salah satu proyek pelabuhan berskala besar di Indonesia yang menerapkan teknologi semi otomatis dan ramah lingkungan untuk setiap peralatan yang digunakan di dalamnya. *Layout* dermaga Terminal Teluk Lamong secara jelas tergambarkan melalui Gambar 2. 4 dibawah ini:



Gambar 2. 4 Layout Dermaga Teluk Lamong

Terminal Teluk Lamong mempunyai 5 blok CY, 3 CY Internasional serta 2 CY Domestik. *Container Yard (CY)* tersebut digunakan untuk melayani 5 buah STS yang dimiliki Teluk Lamong saat ini. STS tersebut terdiri dari 2 buah STS Internasional serta 3 buah STS Domestik. Berdasarkan *layout* dermaga Teluk Lamong tersebut, dibutuhkan penghubung antara sisi dermaga dengan sisi lapangan penumpukkan. Penghubung yang digunakan adalah menggunakan *Combine Tractor Terminal (CTT)*. CTT akan memindahkan petikemas dari dermaga ke CY maupun sebaliknya.

Terminal Teluk Lamong direncanakan akan melewati beberapa fase pembangunannya :

1) Fase I

Tahap ini berlangsung antara tahun 2010 hingga 2016. Pada Fase ini pembangunan berfokus kepada pembangunan infrastruktur utama seperti dermaga (domestik dan internasional), penyiapan lapangan penumpukkan (CY) dan lahan untuk *interchange* atau penghubung antara dermaga dengan CY. Selain infrastruktur, pada tahap ini pula dilakukan alat bongkar muat utama seperti *Ship to Shore (STS)*, *Automatic Stacking Crane (ASC)* dan

Combine Tractor Terminal (CTT). Peralatan-peralatan ini merupakan standar minimum suatu Terminal Petikemas.

2) Fase II

Tahap ini berlangsung antara tahun 2014 hingga 2016. Pada fase II ini lebih banyak melakukan penambahan alat bongkar muat, perluasan lahan penumpukan, pembangunan area curah kering, lapangan penumpukannya beserta alat-alat pendukungnya seperti conveyor dan *Grab Ship Unloader (GSU)* serta persiapan pembangunan area yang akan dibangun *power plan*.

3) Fase III

Tahap ini berlangsung antara tahun 2016 hingga 2023. Pada tahap ini, manajemen lebih berkonsentrasi pada penambahan alat fasilitas pelabuhan seperti *Ship to Shore, CTT, Automated Stacking Crane* dll.

4) Fase IV

Tahap ini direncanakan dilakukan pada tahun 2023 hingga 2030. Tahap ini akan difokuskan untuk memperluas area dermaga dan lapangan penumpukan beserta sedikit penambahan alat fasilitas pelabuhan.

2.4 Peralatan Bongkar Muat

Terminal petikemas mempunyai fungsi yang spesifik yaitu hanya melakukan kegiatan bongkar muat petikemas sehingga peralatan yang digunakan juga spesifik. Berdasarkan pada bagian 2.2, dijelaskan bahwa petikemas mempunyai ukuran yang spesifik dan tertentu yang telah terstandar. Hal tersebut menyebabkan peralatan yang digunakan untuk kegiatan bongkar muat juga harus spesifik.

2.4.1 Ship to Shore (STS)

Ship to Shore (STS) atau biasa disebut sebagai *Container Crane (CC)* adalah alat yang digunakan untuk bongkar muat petikemas dari dan ke kapal pengangkut. STS mempunyai peran yang sangat penting dalam kegiatan bongkar muat di terminal petikemas. *Ship to Shore* memiliki parameter bongkar muat berupa *Box Crane Hour (BCH)*, semakin tinggi nilai BCH semakin baik performa

dari STS. STS merupakan alat bongkar muat dengan biaya investasi termahal. Terminal Teluk Lamong saat ini mempunyai 5 buah STS, 2 STS untuk dermaga Internasional dan 3 STS dermaga Domestik dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. Memiliki boom sepanjang 30-40 m
- b. Outreach 14 row
- c. SWL : 40 ton (domestic)
- d. SWL : 60 ton (internasional)
- e. Lifting Height : 40 m (16 tier)
- f. Max Lowest Reach from rail level : 15 m (6 tier)
- g. Total from lower hole to on deck : 22 tier
- h. Rail Gauge : 21 m
- i. Menggunakan sumber daya listrik



Gambar 2. 5 Ship to Shore Terminal Teluk Lamong

2.4.2 Combined Tractor Terminal (CTT)

Combined Tractor Terminal (CTT) merupakan truck yang digunakan untuk mengangkut petikemas dari dermaga menuju ke lapangan penumpukan atau sebaliknya. Truck ini didesain khusus untuk beroperasi di terminal petikemas sehingga memiliki spesifikasi yang berbeda dengan truck yang beroperasi di jalanan umum. Desain truck ini memiliki mesin portable yang bisa dilepas dengan

mudah sehingga mempercepat proses maintenance truck. CTT yang ada di Terminal Teluk Lamong memiliki spesifikasi khusus yaitu CTT yang dapat dioperasikan secara otomatis karena memiliki alat yang akan membaca sensor yang tertanam di sepanjang jalan. Namun untuk saat ini, CTT belum sepenuhnya dioperasikan secara otomatis masih membutuhkan supir.



Gambar 2. 6 Combined Tractor Terminal (CTT)

Spesifikasi CTT :

- Kecepatan maksimal 35 km/jam. Karena beroperasi didalam area pelabuhan khususnya *transfer area* maka CTT tidak membutuhkan kecepatan sebagaimana truck-truck pada umumnya.
- Kapasitas : 60 Ton
- Mesin Standard EURO 4
- Sistem mesin menggunakan POWER PACK (mesin penggerak portable)
- Dilengkapi dengan *Wire Guided Navigation System* sehingga dapat bergerak secara otomatis (tanpa pengemudi)

2.4.3 Docking Station (DS)

Terminal Teluk Lamong sejak awal dibangun mempunyai konsep *green port and automatic port handling*. Terminal teluk lamong dalm operasi bongkar

muatnya menggunakan *system automasi* yang terintegrasi antara STS, CTT dan juga ASC (*Automated Stacking Crane*). *Docking Station* (DS) merupakan suatu alat yang digunakan untuk meletakkan petikemas sebelum diambil oleh ASC untuk diletakkan pada lapangan penumpukkan. Area ini khusus didesain untuk mengakomodir CTT. Perlu diketahui bahwa *chassis* dari CTT mempunyai kemampuan untuk disesuaikan ketinggiannya sebelum chassis CTT masuk ke DS. CTT akan menambah ketinggian chassis sebelum memasuki DS. Selanjutnya, CTT akan masuk ke DS dan menurunkan petikemas di atas DS. Proses selanjutnya adalah ASC akan mengambil petikemas tersebut untuk dilakukan proses penumpukkan. Sistem seperti ini biasa disebut *Automated Lift On/Off System*



Gambar 2. 7 Docking Station Area

2.4.4 Automated Stacking Crane (ASC)

Automated Stacking Crane (ASC) merupakan peralatan yang digunakan untuk menumpuk petikemas di lapangan penumpukkan dan juga untuk memindahkan petikemas dari area penumpukkan ke atau dari *docking station*. Secara fungsi, ASC sama persis fungsinya dengan *Rubber Tyred Gantry* (RTG) pada terminal petikemas pada umumnya. Perbedaan antara ASC dengan RTG lebih kepada sistem kontrol kedua alat tersebut. ASC mempunyai sistem kontrol otomatis sedangkan RTG kebanyakan adalah manual. Selain ini sistem rodanya juga berbeda, ASC menggunakan rel sedangkan RTG menggunakan roda.

Terminal teluk lamong saat ini mempunyai 10 buah ASC dengan spesifikasi sebagai berikut :

- SWL 40 ton under spreader
- Kecepatan gantry : 270 m/menit
- Produktifitas/speed 2x lebih cepat dari RTG konvensional
- 1 orang operator bisa mengoperasikan 4-6 alat secara bersamaan
- Menggunakan tenaga listrik sebagai sumber energinya



Gambar 2. 8 ASC Terminal Teluk Lamong

2.5 Fasilitas Penunjang

2.5.1 Dermaga

Terminal Teluk Lamong mempunyai fasilitas 2 jenis dermaga yaitu :

- Dermaga Internasional : panjang 500 m, lebar 50 m, kedalaman -14 m, 1 tambatan
- Dermaga Domestik : panjang 450 m, lebar 30 m, kedalaman -12 m, 3 tambatan

Dermaga ini akan terus diperpanjang untuk memenuhi kebutuhan arus barang yang terus meningkat sampai panjangnya mencapai 1000 m. Fasilitas pendukung yang lain adalah gedung CBO berupa ruang untuk petugas TKBM, Tally, Bea Cukai dan Pandu.

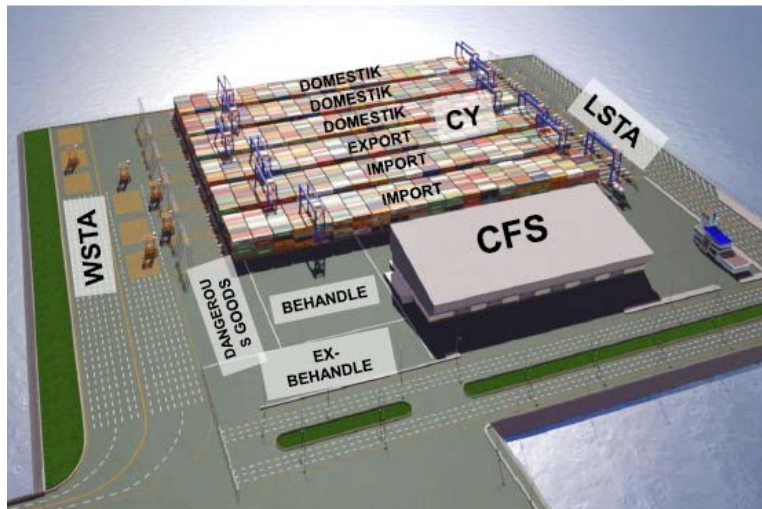


Gambar 2. 9 Dermaga Terminal Teluk Lamong

Dermaga teluk lamong selain sebagai tempat bongkar muat petikemas, rencana pengembangannya adalah sebagai dermaga curah kering. Saat ini sedang dibangun suatu sistem sebagai penunjang kegiatan bongkar muat curah kering tersebut seperti pengadaan *Grab Ship Unloader* (GSU), pembangunan konveyor dan pembangunan lapangan penumpukan untuk curah kering (*dry bulk*)

2.5.2 Lapangan Penumpukan (CY)

Lapangan penumpukan (CY) merupakan tempat yang digunakan untuk penyimpanan petikemas sebelum diambil oleh pemilik barang. Terminal Teluk Lamong saat ini memiliki 5 blok CY, dimana 3 blok CY Intenasional dan 2 blok CY Domestik.



Gambar 2. 10 CY Teluk Lamong

2.6 Sistem

Sistem berasal dari bahasa Latin (*systema*) dan bahasa Yunani (*systema*) adalah suatu kesatuan yang terdiri komponen atau elemen yang dihubungkan bersama untuk memudahkan aliran informasi, materi atau energi. Istilah ini sering dipergunakan untuk menggambarkan suatu set entitas yang berinteraksi, di mana suatu model matematika seringkali bisa dibuat. Sistem adalah sekumpulan unsur/elemen yang saling berkaitan dan saling mempengaruhi dalam melakukan kegiatan bersama untuk mencapai suatu tujuan. Sistem adalah setiap kesatuan secara konseptual atau fisik yang terdiri dari bagian-bagian dalam keadaan saling tergantung satu sama lainnya [Khoshnevis, 1994].

Seperti halnya sistem pada fisika (sistem dasar), sistem buatan juga terbentuk dari komponen-komponen yang saling berinteraksi satu sama lain. Semua komponen pada sistem buatan berinteraksi secara langsung maupun tidak langsung. Tidak ada sistem yang benar-benar berdiri sendiri dan setiap sistem pasti mendapat pengaruh dari faktor-faktor diluar sistem. Sebuah sistem atau sub sistem dapat diidentifikasi sebagai sistem khusus dan dapat diasumsikan terisolasi dari sistem yang lain jika dimaksudkan untuk keperluan studi [Khoshnevis, 1994].

2.6.1 Klasifikasi Sistem

Suatu sistem mempunyai ciri yang membedakan antara satu sistem dengan sistem yang lain. Ciri atau karakter suatu sistem biasanya tergambar dengan adanya parameter dan variabel. Parameter adalah *independent measures* yang mengkonfigursi dari input-input dan struktur sistem. Parameter dalam sistem buatan dapat langsung dikendalikan. Variabel adalah *dependent measures* yang bergantung pada parameter dan variabel-variabel lainnya. Kumpulan dari beberapa nilai variabel yang ditentukan dalam sebuah sistem pada satu titik waktu disebut *state*.

Secara umum, sistem dapat diklasifikasikan sebagai sistem statis dan sistem dinamis. Sistem statis adalah sistem yang *statenya* tidak berubah setiap saat. Sistem dinamis adalah sistem yang *statenya* berubah setiap satuan waktu [Khoshnevis, 1994]. Sistem dapat diklasifikasikan menurut perubahan variable-variabel yang dipilih untuk mewakili *state* dari sistem. Apabila variable-variabel sistem berubah secara terus-menerus setiap saat, sistem seperti ini disebut sistem kontinyu. Jika variable-variabel sistem berubah secara diskontinyu setiap saat, sistem tersebut diklasifikasikan sebagai sistem diskrit. Jika beberapa variable berubah secara continue dan yang lainnya diskontinyu, maka sistem tersebut dapat diklasifikasikan sebagai sistem kombinasi [Khoshnevis, 1994].

Identifikasi suatu sistem dan batasan-batasannya dan juga penentuan apakah sistem itu statis, dinamis, kontinyu, diskrit, atau kombinasi kontinyu dan diskrit tergantung pada maksud dan tujuan mempelajari sistem tersebut. Saat tujuan mempelajari sistem ditetapkan, maka pemilihan variable-variabel yang akan mewakili *state* sistem harus dilakukan secara teliti dan hati-hati [Khoshnevis, 1994].

2.6.2 Konsep Umum Sistem Dinamis

Pergerakan beberapa *physical commodity* (termasuk energi dan media informasi) selalu terjadi dalam sistem dinamis. *Physical commodity* biasanya berubah dalam pergerakan tersebut. Dalam sistem kontinyu pergerakan ini biasa disebut sebagai *flow* sedangkan dalam sistem diskrit disebut sebagai *movement*.

Physical commodity biasanya terakumulasi pada bagian-bagian tertentu dalam sistem. Jumlah yang terakumulasi berubah sesuai dengan kecepatan

outflow. Dalam sistem kontinyu, jumlah yang terakumulasi disebut *level* dan dalam sistem diskret disebut *queue* [Khoshnevis, 1994].

Kapasitas saluran dan titik akumulasi biasanya merupakan parameter sistem dan dalam kondisi tertentu dapat dijadikan *variable*. Kecepatan dan jumlah *level* dapat dipertimbangkan sebagai *variable* tak bebas dari sistem yang dapat menghasilkan nilai yang berbeda pada titik yang berbeda tersebut. Dalam sistem buatan, keterbatasan atau pembatasan tertentu yang disengaja juga diatur melalui kecepatan *flow* atau *movement*, arah *flow*, atau pilihan rute melalui saluran alternatif dalam sistem, Pembatasan yang mungkin disengaja adalah esensi dari kontrol. Kontrol adalah konsep penting dalam analisis dan desain sistem.

2.6.2.1 Kontrol

Kontrol merupakan bagian yang penting dalam analisis dan desain sistem untuk keperluan studi. Suatu unit autopilot adalah sebuah mekanisme kontrol yang mengatur sistem penerbangan agar sesuai dengan aturan penerbangan, ketinggian jelajah dan kecepatan pesawat. Sistem pendingin ruangan memiliki mekanisme kontrol yang bertugas untuk menjaga temperature. Sebuah peluru yang telah mencapai sasaran dapat disebut sistem dinamis. Meskipun peluru memiliki sasaran, tetapi tidak memiliki mekanisme untuk mengontrol jalannya peluru menuju titik sasaran [Khoshnevis, 1994].

Mekanisme kontrol menggunakan informasi berupa input, output dan state internal (parameter dan variabel) sistem. Selanjutnya informasi tersebut diproses oleh mekanisme kontrol berdasarkan pengetahuan perilaku sistem untuk menghasilkan informasi baru (berupa variabel bebas) yang akan digunakan untuk menjalankan fungsi kontrol [Khoshnevis, 1994].

Ada dua tipe informasi yang digunakan dalam mekanisme kontrol yaitu *feedback* dan *feedforward*. Informasi *feedback* berhubungan dengan *state* yang ada pada saat ini, sementara *feedforward* berhubungan dengan status lingkungan dimana suatu sistem dinamis beroperasi pada saat ini. Mekanisme kontrol informasi *feedback* bekerja dengan membagikan *state* sistem pada saat ini dengan *state* tujuan dan mengambil tindakan perbaikan yang sesuai. Kekurangannya adalah tindakan perbaikan dilakukan setelah terjadinya

gangguan pada sistem. Pada mekanisme kontrol informasi *feedforward*, gangguan dari lingkungan diperhitungkan dan diantisipasi sebelum gangguan tersebut merusak sistem, sehingga tindakanantisipasi dapat segera dilakukan [Khoshnevis, 1994].

Mekanisme kontrol selalu beroperasi mengikuti kecepatan *flow* atau *movement* dari *commodity* berdasarkan informasi yang diperoleh dari nilai-nilai, level titik akumulasi, nilai parameter atau kombinasinya. Kontrol tidak pernah beroperasi langsung pada titik akumulasi, sebab level dapat berubah hanya melalui kecepatan aliran masuk dan aliran keluar [Khoshnevis, 1994].

2.6.2.2 Mode *Transient* dan *Steady State*

State pada sistem dinamis berubah setiap saat. Perubahan ini bisa *transient* atau *steady*. Perubahan dikatakan sebagai mode *steady state* jika perubahan *state* sistem berada dalam range yang relative tetap. *State* dari sistem dinamis bisa melewati perubahan yang *transient* bila sistem berada pada kondisi yang tidak teratur. Mode *transient state* biasanya merupakan karakteristik dari kondisi awal maupun akhir atau kondisi-kondisi yang memungkinkan gangguan yang radikal terhadap sistem.

2.6.2.3 Fitur Sistem Diskrit

Sistem kontinyu dan diskrit berbeda dalam hal *physical commodity*, yaitu sistem kontinyu biasanya merupakan bentuk *conjunctive* (cair, gas, panas dll), sementara sistem diskrit merupakan bentuk *disjunctive* (komponen, manusia, mobil dll). Tiap unit *disjunctive* biasa disebut *entity*. Jadi, *entities* merupakan komoditas terpisah yang bergerak dalam sistem dan menyebabkan perubahan secara diskrit pada *state* sistem. Contoh : pesan dan sinyal dalam sistem telekomunikasi dapat disebut sebagai *entity*. Perlu diingat bahwa variabel yang kontinyu mungkin terdapat dalam sistem diskrit. Contoh : jarak antar mobil [Khoshnevis, 1994].

Fitur sistem diskrit dapat dikatakan sebagai berikut; *entities* membawa *attributes* dan melakukan beberapa *activities*. *Activities* dilakukan sesuai aturan

dalam sistem dan menggunakan beberapa *resources* dalam sistem sehingga menciptakan *events* yang merubah *state* sistem dengan tetap menjaga *relations* yang logis. Berikut ini definisi singkat dari fitur-fitur yang ada pada sistem diskrit pada umumnya, yaitu [Khoshnevis, 1994] :

- *System* adalah bagian dari realitas yang terbentuk dari beberapa komponen yang saling berinteraksi sehingga membentuk suatu fungsi yang tidak dapat berfungsi jika komponen-komponen tersebut bekerja sendiri-sendiri.
- *Parameter* adalah *independent measures* yang mengkonfigurasi kondisi input-input dan struktur sistem. Parameter dalam sistem buatan dapat langsung dikendalikan.
- *Variabels* adalah *dependent measures* yang bergantung pada parameter dan variabel-variabel lainnya dan dapat berubah setiap saat pada sistem dinamis.
- *System state* adalah keadaan sistem pada suatu waktu tertentu yang dipengaruhi oleh nilai-nilai *variable*.
- *Events* adalah kejadian atau peristiwa yang signifikan terjadi karena perubahan *state* sistem diskrit.
- *Entities* adalah objek dalam sistem dinamis yang bergerak dalam sistem yang dapat menghasilkan *events*.
- *Attributes* adalah karakteristik dan property yang dapat menjelaskan suatu *entity*.
- *Relationship* adalah hubungan ketergantungan antar elemen seperti parameter, variable dan atribut-atribut dari sistem.
- *Activities* adalah tindakan yang menghabiskan waktu (tidak termasuk waktu tunggu) dimana permulaan dan berakhirnya tindakan tersebut beresepatan dengan munculnya *event*.
- *Resources* adalah komoditas (yang terbatas) yang digunakan, dikonsumsi, atau diisi oleh *entity*.
- *Control* adalah mekanisme yang mengatur dan mengontrol agar suatu sistem dinamis tetap dalam sasaran pencapaian tujuan.
- *Transient state* adalah kondisi yang memungkinkan perubahan yang radikal terhadap *state* sistem.

- *Steady state* adalah kondisi yang mana perubahan yang terjadi dalam *state* sistem berada dalam range yang tetap dan tidak tergantung waktu.

2.7 Simulasi

Simulasi menjadi salah satu pendekatan eksperimental merupakan suatu alat analisis sistem yang biasanya digunakan apabila tidak mungkin untuk melakukan observasi langsung terhadap sistem nyata. Keterbatasan metode analisis matematis juga alasan mengapa simulasi perlu dilakukan karena begitu kompleksnya suatu sistem dan terdapat kesulitan dalam melakukan validasi terhadap model matematis yang menjelaskan perilaku sistem [Anu Maria, 1997]. Simulasi merupakan metode dan aplikasi yang digunakan untuk meniru kebiasaan sistem yang nyata, biasanya menggunakan sistem komputer yang sesuai [Kelton, Sadowski, & Zupick, 2015].

Beberapa kegunaan simulasi antara lain, merupakan alat untuk mengevaluasi performansi sistem yang ada atau yang akan dibuat dengan berbagai macam konfigurasi yang diinginkan, digunakan sebelum sistem yang ada dirubah atau sistem yang baru akan dibuat, untuk mengurangi kesempatan terjadinya kegagalan dalam mencapai spesifikasi yang diinginkan, untuk meminimalkan kemacetan yang tak terduga, mencegah agar utilisasi dari sumber daya berada pada standar yang diharapkan dan untuk mengoptimalkan performansi sistem [Anu Maria, 1997].

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa simulasi lebih baik dalam menggambarkan keadaan yang sebenarnya untuk aplikasi di dunia industri, kegunaannya dan ketertarikan dunia industri untuk menggunakan metode simulasi dibandingkan dengan menggunakan metode matematik seperti *linear programming* ataupun teori antrian [Kelton, et al., 2006].

Untuk mempelajari suatu sistem nyata dan menganalisis performansi sistem tersebut dengan menggunakan metode simulasi, maka harus melewati beberapa tahap simulasi yang disebut proses simulasi. Langkah-langkah dalam simulasi menurut Kelton, et al. (2006):

- Identifikasi sistem nyata
- Mendefinisikan suatu model yang merepresentasikan sistem nyata
- Konstruksi model simulasi di computer

- Verifikasi model, bertujuan untuk mengetahui apakah proses transformasi model ke dalam software simulasi telah dilakukan dengan benar dan sesuai dengan sistem nyata
- Validasi model, bertujuan untuk memperkuat batasan dan asumsi yang digunakan serta menambah keyakinan terhadap model yang telah dibangun
- Simulasi model
- Analisis hasil simulasi dengan menggunakan metode statistic

Model simulasi diklasifikasikan menjadi 3 model : statis vs dinamis, kontinu vs diskrit dan deterministic vs stochastic. Penelitian ini hanya fokus pada simulasi yang bersifat diskrit. Contoh sistem diskrit adalah antrian pelayanan di bank.

2.7.1 Simulasi *Discrete Event*

Simulasi *discrete event* menggunakan teknik *next event* untuk mengendalikan perilaku model. Kebanyakan aplikasi dari simulasi *discrete* melibatkan sistem antrian, dimana antrian bisa berupa *job* yang menunggu untuk dikerjakan ataupun sebuah *peast* yang menunggu untuk mendapatkan lintasan untuk mendarat. Sistem antrian yang diamati tidak hanya sistem dengan struktur sederhana seperti kedua contoh diatas tetapi juga sistem antrian yang mempunyai struktur cukup kompleks seperti pemadam kebakaran disuatu kota tertentu, dimana masyarakat yang membutuhkan pelayanan tidak bergerak dan servernya adalah petugas pemadam kebakaran beserta peralatannya.

2.7.1.1 Operasi *Entity*

Ketika simulasi berjalan, seluruh entity akan saling berinteraksi dan melakukan perubahan state dari sistem. Beberapa terminology berikut ini akan kita perlukan untuk menjelaskan operasi dari entity selama simulasi dan juga menerangkan aliran waktu dalam simulasi:

- *Event* adalah waktu sesaat yang secara signifikan menyebabkan terjadinya perubahan state dari sistem. Seperti ketika entity masuk atau meninggalkan sesuatu set, atau pada saat operasi dimulai. Perlu diketahui disini bahwa pendefinisian *event* pada suatu model simulasi adalah bergantung pada

tujuan simulasi. *Event* adalah sesuatu yang penting dalam simulasi *discret*, seperti telah kita lihat pada bab sebelumnya bahwa event-lah yang menyebabkan berjalan simulasi.

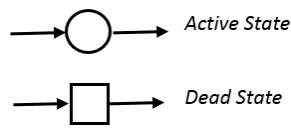
- Aktifitas; suatu entiti bergerak dari set satu ke set lainnya karena operasi yang meraka alami. Operasi dan prosedur yang mengawali suatu pada tiap event disebut aktivitas.
- Proses adalah kumpulan event yang berurutan atau diurutkan secara kronologis.
- Jam simulasi (*simulation clock*) adalah yang mengendalikan jalannya simulasi. Jam inilah yang akan dijalankan untuk menentukan kapan suatu event terjadi.

2.7.1.2 Activity Cycle Diagram

Seperti telah dijelaskan pada bagian sebelumnya bahwa sistem adalah kumpulan entiti yang saling berinteraksi dan bekerjasama. Model yang dibangun dalam simulasi diskrit haruslah dapat merepresentasikan sistem nyata dan sesuai dengan konteks tujuan simulasi. Untuk membangun model yang cocok maka harus dilakukan beberapa hal berikut :

- Identifikasi entiti
- Aktivitas tiap entiti
- Menghubungkan aktifitas-aktivitas tersebut

Dengan mendetailkan ketiga hal tersebut maka kita dapat membangun model yang representative. *Activity cycle diagram* adalah salah satu cara untuk dapat memodelkan interaksi dari entiti-entiti dan sangat berguna khusus untuk sistem yang mempunyai banyak struktur antrian. *Activity cycle diagram* dibentuk dari dua symbol seperti pada gambar 2.11. Diagram ini akan menggambarkan bagaimana sejarah hidup suatu entiti selama simulasi secara grafis. Tiap *classes* dari entiti mempunyai suatu *life cycle* yang terdiri dari sederetan *state*, dimana entiti bergerak dari satu state ke state lainnya



Gambar 2. 11 Simbol Activity cycle diagram

Active state menggambarkan suatu kerjasama antar entiti yang berbeda. Lama waktu aktivitas tersebut adalah ditentukan atau terjadwalkan yang biasanya dilakukan secara sampling dari suatu distribusi probabilitas tertentu jika sistemnya bersifat stochastic. Dalam sistem antrian sederhana maka proses pelayanan merupakan *active state* karena melibatkan dua entiti yaitu pelanggan dan server serta lamanya proses dapat ditentukan.

Dead State adalah keadaan dimana tidak terjadi kerjasama antar dua atau lebih entiti berbeda. Contoh dari *dead state* misalnya pelanggan yang menunggu (antri) dilayani pada sistem antrian. Aktivitas menunggu lama waktunya tidak dapat terjadwalkan sehingga kita tidak tahu sampai kapan menunggu tersebut selesai, karena selesainya proses menunggu adalah bergantung pada kondisi sistem misalnya pada sistem antrian pelanggan akan menunggu sampai ada server yang *idle*.

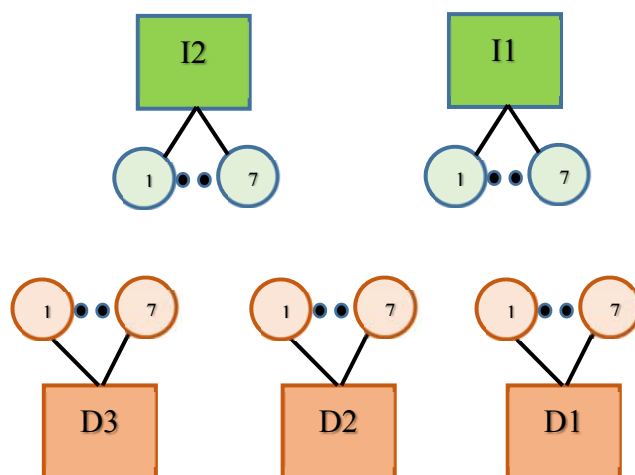
2.8 Posisi Penelitian

Penelitian ini dilakukan tidak terlepas dari hasil penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebagai bahan perbandingan dan kajian. Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tentang topik bongkar muat di terminal petikemas. Hanny Uktoseya (2003) melakukan penelitian proses bongkar muat petikemas di Jakarta Internasional Container Terminal. Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengetahui kombinasi alat bongkar muat yang paling optimal untuk aktivitas loading-bongkar. Pada penelitian ini penulis hanya menggunakan 1 dermaga yaitu dermaga internasional. Metode yang digunakan adalah menggunakan metode simulasi. Hasil dari penelitian ini adalah untuk memperoleh waktu bongkar muat yang lebih singkat maka diperlukan jumlah truck yang lebih banyak (18 truck). Untuk memperoleh waktu antrian dan utilitas yang lebih singkat digunakan jumlah truck yang lebih sedikit (10 truck).

Danijela Pjevcevic, Ivana Vladislavljevic, Katarina Vukadinovic, Dusan Teodorovic (2011) melakukan penelitian dengan menggunakan pendekatan *Data Envelopment Analysis (DEA)* untuk melakukan alokasi truck di terminal petikemas. Penelitian ini menggunakan 4 jenis *dispatching rule* yaitu *cycle*, *random*, *smallest distance* dan *largest distance*. Variasi truck yang digunakan adalah 18, 20 dan 23. Dari ke 4 skenario tersebut nilai efisiensi yang paling tinggi adalah skenario dengan menggunakan 23 truk dan tipe *dispatching rule* adalah *smallest distance*. Sedangkan skenario dengan efisien yang paling rendah adalah dengan menggunakan 23 truk dan tipe *dispatching rule* adalah *largest distance*.

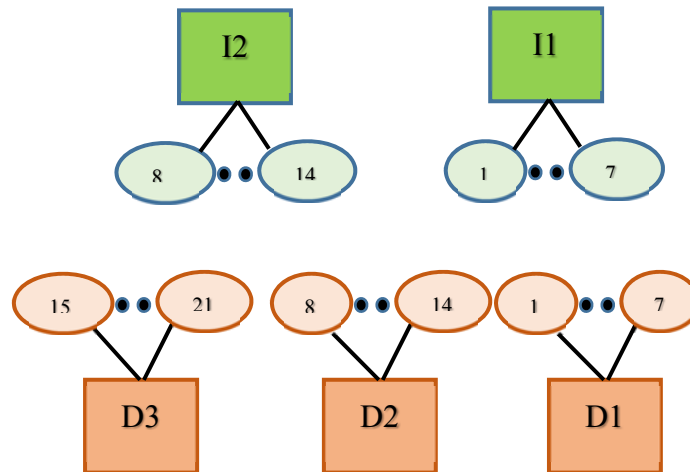
Xiaoju Zhang, Qingcheng Zeng, Wen Cheng (2013) menggunakan metode *Genetic Algorithm* untuk mengurangi antrian truk yang akan masuk ke dalam terminal petikemas. *Genetic Algorithm* untuk mencari solusi yang paling optimal sedangkan untuk menghitung waktu tunggu truk menggunakan metode *Stationary Fluid Flow Approximation (PSFFA)*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah model penjadwalan kedatangan truk dapat mengurangi waktu tunggu truk di gate masuk terminal petikemas.

Ivana Irene Adam (2015) melakukan penelitian tentang strategi *dispatching* truk di Terminal Teluk Lamong. Strategi yang digunakan adalah *dedicated per STS* (eksisting), *dedicated per dermaga*, dan *undedicated*



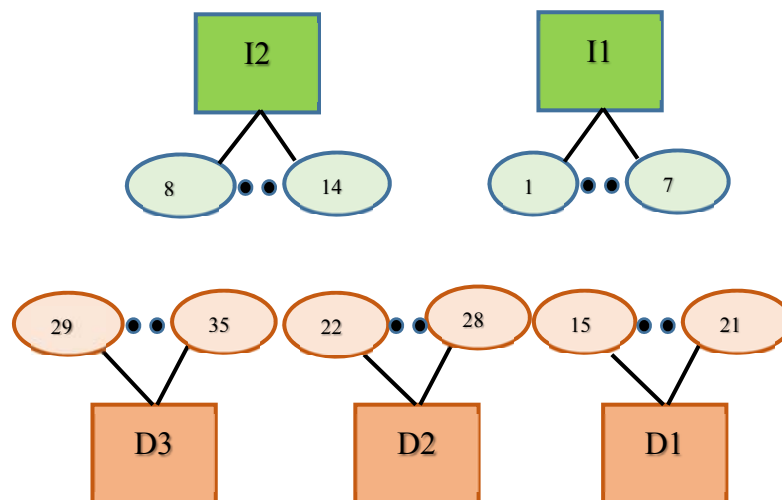
Gambar 2. 12 Dispatching Strategi Dedicated per STS

Strategi dedicated per STS adalah sistem eksisting yang saat ini digunakan di Terminal Teluk Lamong. dalam strategi ini satu unit STS dilayani oleh 7 unit CTT dan CTT akan ditugaskan hanya melayani 1 STS pada satu waktu.



Gambar 2. 13 Dispatching Strategi Dedicated per Dermaga

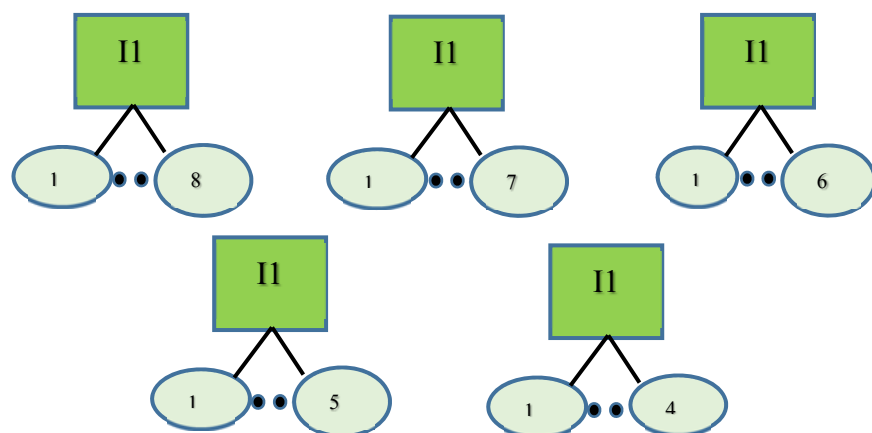
Strategi dispatching dengan dedicated per dermaga maksudnya adalah, CTT bebas bergerak ke semua STS ketika suatu kapal dibongkar oleh lebih dari 1 STS, tetapi CTT hanya boleh bergerak pada area dermaga yang sama yaitu internasional ataupun domestik saja.



Gambar 2. 14 Dispatching Strategi Undedicated

Strategi undedicated ini memungkinkan CTT bebas bergerak kesemua STS yang sedang beroperasi. Strategi ini memiliki kelemahan yaitu tingginya potensi terjadi kekacauan operasional saat semua dermaga beroperasi yaitu terjadinya kemacetan, tertukarnya petikemas (domestik-internasional) maupun terjadinya kecelakaan antar CTT dikarenakan CTT tidak memiliki line yang jelas. Sistem ini sulit untuk diterapkan karena membutuhkan koordinasi antar pengemudi CTT serta koordinasi yang lebih agar petikemas tidak tertukar antara petikemas internasional dan domestik maupun sebaliknya

Aris Setya Yuwana (2016) melakukan penelitian tentang jumlah CTT sebagai variabel bebas dan dispatching strateginya menggunakan jenis dedicated per STS. Alasan menggunakan strategi ini adalah strategi ini yang eksisting digunakan dan akan mengurangi kemungkinan terjadinya kekacauan sistem operasi. Penelitian ini berfokus pada mencari jumlah CTT yang terbaik per STS dari beberapa skenario yang disimulasikan. Simulasi ini menggunakan dermaga yaitu dermaga internasional dan domestik. Jumlah STS adalah 5 unit STS. Simulasi akan berlangsung bersamaan antara internasional dan domestik, hal ini berbeda dengan simulasi pada penelitian-penelitian sebelumnya.



Gambar 2. 15 Variasi Jumlah CTT dengan Strategi Dedicated per STS

Pada penelitian ini yang dilakukan adalah dengan merubah jumlah CTT yang melayani sebuah STS. Perubahan yang dilakukan adalah dengan menambah maupun mengurangi jumlah CTT dari kondisi eksisting. Jumlah CTT yang akan

disimulasikan adalah 7 unit (eksisting), 8, 6, 5, 4 dan 3 unit CTT. Dari semua skenario tersebut akan dilihat nilai utilisasi dari CTT dan STS sehingga akan didapat kombinasi penggunaan STS dan CTT yang terbaik selain itu akan dilihat juga durasi waktu tunggu CTT di sisi STS.

Tabel 2. 1 Posisi Penelitian

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Metode			Bagian Pelayanan Truck		Lokasi Penelitian	Dermaga	Strategi Dispatching Truck
			Genetic Algorithm	Data Envelopment Analysis (DEA)	Simulasi	STS - CY	CY – Gate In/Out			
1	Hanny Uktoseya (2003)	Simulasi Sistem Bongkar muatPetikemas di Jakarta International Container Terminal			√	√		Jakarta International Container Terminal	Internasional	Jumlah Truck Berubah
2	Danijela Pjevcevic, Ivana Vladislavljevic, Katarina Vukadinovic, Dusan Teodorovic (2011)	<i>Aplication of DEA to the analysis of AGV fleet opertions in a port container terminal</i>		√		√		Serbia Container Terminal	NA	Jumlah Truck Berubah
3	Xiaoju Zhang, Qingcheng Zeng, Wen Cheng (2013)	<i>Optimization Model For Truck Appointment In Container Terminals</i>	√				√	Tianjin Container Terminal	NA	NA
4	Ivana Irene Adam (2015)	Simulation Study of AGV Dispatching in Teluk Lamong Container Terminal			√	√		Terminal Teluk Lamong	<i>Domestik dan Internasional</i>	Jumlah Truck Tetap
5	Aris Setya Yuwana (2016)	Simulasi Kegiatan Bongkar Muat Petikemas Untuk Optimasi Jumlah <i>Combine Tractor Terminal (CTT) PT</i> Terminal Teluk Lamong			√	√		Terminal Teluk Lamong	<i>Domestik dan Internasional</i>	Jumlah Truck Berubah

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah dan metode penelitian yang dilakukan. Metode penelitian merupakan strategi dalam pelaksanaan penelitian yang mencakup aturan dan tahap-tahap agar proses penelitian dapat dipahami oleh pihak lain secara sistematis. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini secara garis besar dapat dilihat dalam Gambar 3.1.

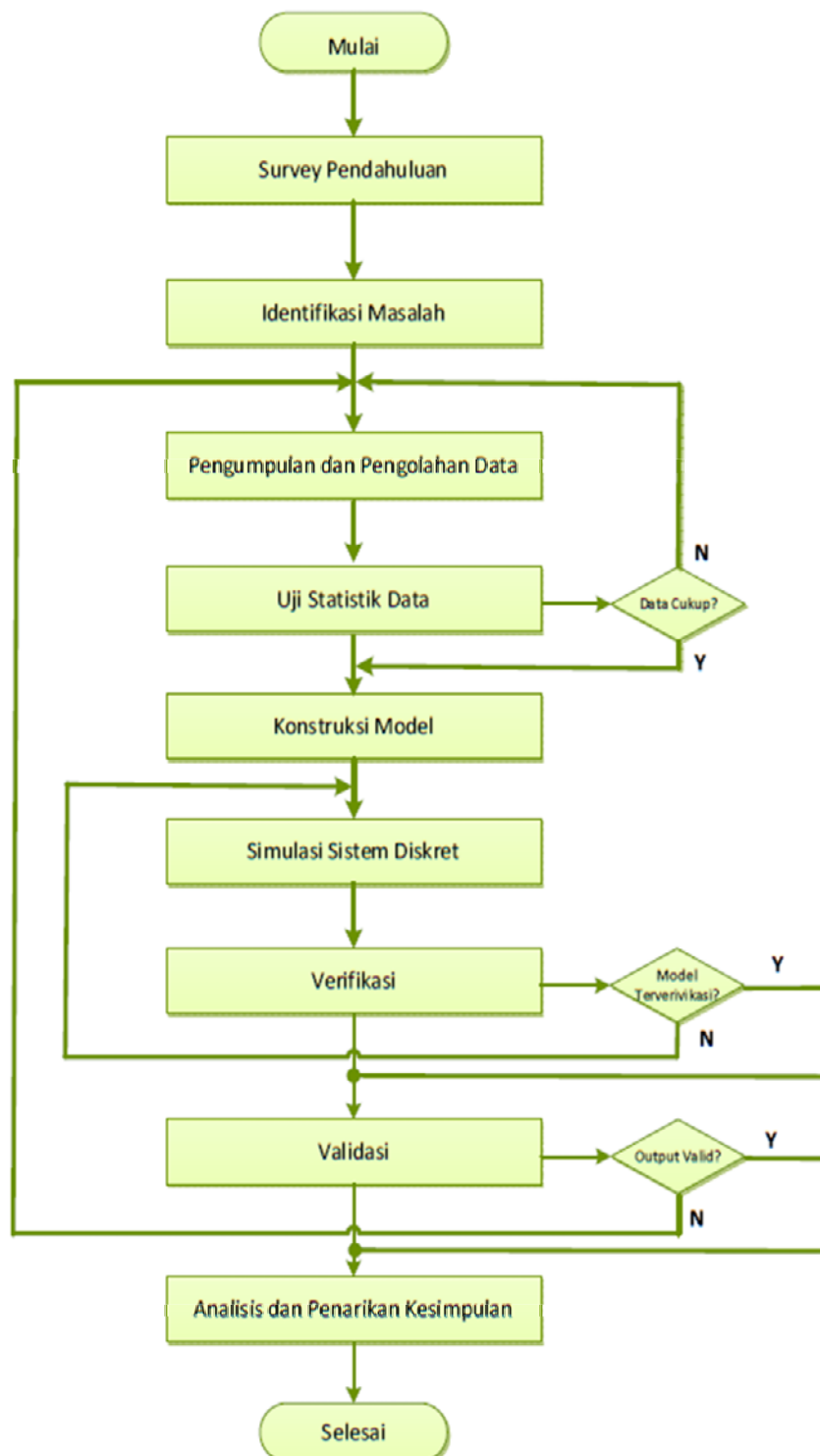
3.1 Survey Pendahuluan

Langkah pertama dalam penelitian adalah melakukan survey pendahuluan yang dilakukan dengan tujuan untuk menggali informasi sebanyak-banyaknya yang berkaitan dengan topik penelitian. Topik dalam penelitian kali ini adalah menentukan jumlah CTT yang optimal dari beberapa alternatif. Survey pendahuluan dilakukan oleh penulis dengan menggunakan berbagai macam metode baik survey lapangan maupun survey literatur. Survey ini untuk mengetahui sistem pelayanan petikemas yang ada di Terminal Teluk Lamong. Survey juga bertujuan untuk memperoleh informasi tentang aktifitas-aktifitas utama, fasilitas dan peralatan, prosedur pelayanan petikemas, mengetahui kinerja operasional, permasalahan yang muncul dalam kegiatan operasi dan kegiatan lainnya yang ada di Terminal Teluk Lamong.

Survey dilakukan untuk mengetahui masalah yang terjadi di lapangan untuk selanjutnya dipilih untuk dijadikan fokus pembahasan penelitian. Setelah mendapatkan topik yang akan dibahas, dilakukanlah studi literature yang terkait masalah tersebut untuk bisa menyelesaikannya dan mencari solusinya.

3.2 Identifikasi Masalah

Dari hasil survey yang dilakukan terhadap sistem bongkar muat petikemas, dapat dirumuskan beberapa masalah yang akan menjadi fokus dalam penelitian ini. Rumusan masalah penelitian dapat dilihat pada sub bab 1.2.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.3 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Setelah didapatkan masalah yang akan menjadi fokus, maka tahap selanjutnya adalah tahap pengumpulan data dan pengolahan data untuk pengembangan model, perancangan program simulasi, desain eksperimen dan running simulasi. Tahap pengumpulan dan pengolahan data ini dilakukan untuk memperoleh bahan penelitian sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

Penulis mengumpulkan data-data umum yang berkaitan dengan sistem bongkar muat petikemas yang berasal dari berbagai macam jurnal. Penulis juga melakukan observasi langsung di Terminal Teluk Lamong (TTL) untuk mendapatkan data mentah operasional. Data yang berhasil dikumpulkan dari lapangan adalah data kapal sandar, banyaknya petikemas yang dibongkar dan dimuat, kecepatan alat bongkar muat, spesifikasi alat bongkar muat, layout dermaga dari TTL dan beberapa data lapangan yang terkait operasional.

Data mentah yang didapat selanjutnya akan diolah menggunakan bantuan *software* simulasi system diskret dan *software* pengolahan data statistik. Data operasional bongkar muat petikemas akan dilakukan analisis terhadap data tersebut untuk mengetahui hubungan beberapa parameter operasional, termasuk data spesifikasi dari kapal, lamanya kegiatan bongkar muat, banyaknya petikemas yang dibongkar dan dimuat menggunakan *software* pengolahan data statistik.

Data yang digunakan adalah data operasional selama 3 bulan yaitu bulan Juli 2016 sampai September 2016. Data selama 3 bulan tersebut akan dilakukan pengolahan menggunakan InputAnalyzer untuk mengetahui distribusi terbaik dari data tersebut dan yang paling menggambarkan kondisi yang sebenarnya. Output dari InputAnalyzer dimasukkan kedalam *software* analisis untuk disimulasikan secara keseluruhan untuk sistem tersebut.

Data yang diperoleh dari lapangan akan diolah menggunakan *software* statistika untuk mengetahui nilai korelasi dan nilai regresi dari masing-masing parameter.

Pada penelitian ini menggunakan data 3 bulan yaitu bulan Juli, Agustus dan September 2016. Dari hasil uji statistika menggunakan uji korelasi, diketahui bahwa jumlah CTT memiliki korelasi yang tinggi dengan ukuran kapal, panjang

kapal, dan banyaknya petikemas yang dibongkar. Sedangkan jumlah kapal yang bersandar di terminal petikemas memiliki nilai korelasi yang rendah dengan jumlah CTT, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa jumlah CTT tidak terpengaruh pada banyak sedikitnya kapal yang sandar pada suatu waktu tertentu dan juga tidak dipengaruhi oleh musim (low season maupun peak season). Jumlah CTT dipengaruhi oleh dimensi kapal (LOA dan GT) serta banyaknya muatan yang dibongkar muat kapal tersebut.

Kapal yang sandar selama kurun waktu 3 bulan adalah sebanyak 56 buah kapal internasional dan 67 buah kapal domestik dengan ukuran yang bervariasi dan jumlah muatan yang bervariasi juga. Data ukuran kapal, dan jumlah muatan kapal baik internasional maupun domestik digunakan sebagai data inputan pada penelitian ini untuk dilihat pendekatan distribusi yang digunakan. Dari uji statistik (ANOVA) diketahui tidak ada perbedaan antara data kapal antara bulan Juli, bulan Agustus dan bulan September, sehingga data 3 bulan tersebut sudah cukup untuk mewakili sistem.

3.4 Proses Simulasi

3.4.1 Identifikasi Sistem Nyata

Identifikasi sistem nyata dilakukan di Terminal Teluk Lamong (TTL) yang beralamat di Jl. Raya Tambak Osowilangun Km. 12, Kelurahan Tambak Osowilangun, Kecamatan Benowo, Surabaya, Jawa Timur 60191 yang merupakan anak perusahaan dari PT Pelabuhan Indonesia III (Persero). Salah satu layanan yang diberikan PT TTL adalah jasa bongkar muat petikemas. Sistem yang akan dibahas adalah sistem bongkar muat petikemas dari kapal sampai dengan lapangan penumpukkan.

3.4.2 Konstruksi Model

Setelah dilakukan identifikasi sistem nyata di lapangan dan data lapangan telah diperoleh maka langkah selanjutnya adalah membuat konstruksi model yang merepresentasikan keadaan nyata terkait kegiatan bongkar muat khususnya pada bagain transfer petikemas dari kapal menuju lapangan

penumpukkan ataupun sebaliknya. Output dari tahapan ini adalah suatu model komputerisasi yang akan dibaca oleh *software* simulasi sistem diskret. Langkah-langkah konstruksi suatu model kedalam sistem adalah sebagai berikut:

- a. Menterjemahkan proses bongkar muat kedalam suatu diagram alir yang akan menunjukkan aktifitas dan fungsi tiap komponen dalam sistem tersebut.
- b. Membuat *activity cycle diagram*, yaitu diagram yang memodelkan interaksi dari aktivitas dan sangat berguna khusus untuk sistem yang mempunyai banyak struktur antrian.

3.4.3 Simulasi Sistem Diskret

Sistem yang akan menjadi perhatian dalam penelitian ini mempunyai karakteristik sebagai sistem yang diskret. Data-data yang diperlukan dari parameter yang mempengaruhi semua proses. Beberapa data yang diperlukan diantaranya jadwal kedatangan kapal, banyaknya petikemas yang dibongkar dan dimuat termasuk ukuran petikemas, lamanya waktu operasional bongkar muat per kapal dan *history* data-data yang lain. Semua data tersebut dilakukan diolah untuk memperoleh distribusi yang paling mendekati sistem nyatanya.

Alasan menggunakan simulasi karena adanya beberapa ketidakpastian dalam aktivitas bongkar muat di terminal petikemas dan adanya beberapa antrian yang akan sangat sulit untuk didefinisikan apabila menggunakan perhitungan matematis atau metode heuristic. Dengan menggunakan simulasi sistem diskrit, hasilnya akan lebih merepresentasikan sistem nyata yang terjadi di Terminal Teluk Lamong. Hasil dari simulasi akan menjadi pertimbangan dan masukkan kepada bagian operasional untuk menentukan jumlah CTT yang optimal.

3.4.4 Verifikasi

Verifikasi merupakan suatu tahapan yang bertujuan untuk meyakinkan model yang telah dibuat dan ditransformasikan kedalam computer adalah suatu model yang benar. Proses verifikasi suatu sistem dilakukan lewat 2 cara, manual verifikasi dan melalui test komputerisasi. Pertama, akan dilakukan verifikasi melalui konfirmasi bahwa model yang dibangun dan pada kondisi nyata.

Kedua, model akan diuji menggunakan *software* simulasi sistem diskret. *Software* akan mendeteksi adanya error pada model tersebut apabila ada hal yang masih salah. Apabila kedua cara verifikasi diatas telah dilakukan dan keduanya berhasil, maka model tersebut bisa dikatakan telah terverifikasi.

3.4.5 Validasi

Validasi dilakukan untuk mengetahui apakah model yang dibuat mampu mewakili perilaku dan karakteristik sistem nyata yang diteliti dan dibahas. Validasi model dilakukan dengan cara membandingkan performansi model dengan performansi sistem nyata dengan menggunakan uji statistik. Validasi model juga bertujuan untuk memperkuat batasan dan asumsi yang digunakan serta menambah keyakinan terhadap model yang telah dibangun.

3.4.6 Eksperimen dan Running Simulasi

Apabila model simulasi telah dibuat pada tahap pengembangan model, maka tahap selanjutnya adalah dilakukan eksperimen dan running simulasi untuk mengetahui fenomena yang terjadi sesuai dengan skenario-skenario yang dikembangkan. Eksperimen yang dilakukan adalah pada penelitian ini adalah menentukan jumlah CTT yang didedikasikan untuk 1 buah STS. Jumlah CTT yang akan disimulasikan yaitu 7 (kondisi eksisting), 8, 6, 5, 4 dan 3 buah CTT. Variasi yang dilakukan untuk mengetahui jumlah CTT yang paling optimal berdasarkan kapasitas eksisting yang dilayani oleh Terminal Teluk Lamong.

3.4.7 Analisis dan Penarikan Kesimpulan

Tahap analisis dilakukan untuk beberapa skenario yang ditetapkan dan untuk melihat apakah variasi skenario-skenario yang ditetapkan sudah mampu untuk mewakili situasi nyata di lapangan. Analisis dilakukan terhadap output simulasi untuk :

- Mengidentifikasi dan mempelajari fenomena dalam kegiatan bongkar muat selama waktu simulasi.
- Mengetahui performansi dari sistem bongkar muat yang disimulasikan

- Mengetahui perubahan-perubahan performansi jika diadakan beberapa perubahan pada parameter.

Tahap terakhir adalah memberikan kesimpulan dari permasalahan yang dibahas. Kesimpulan akan menjawab rumusan masalah dan merupakan tempat mengetahui tercapai tidaknya tujuan penelitian

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

PEMODELAN SISTEM

Pada bab ini akan dilakukan pembuatan model simulasi menggunakan metode matematikal dan simulasi diskret.

4.1 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil dari observasi lapangan di lingkungan PT Terminal Teluk Lamong. Beberapa data yang digunakan dalam penelitian diantaranya:

- a. Data kedatangan kapal internasional dan domestik
- b. Ukuran kapal (*Length Over All* atau LOA)
- c. Kapasitas kapal (Gross Tonage atau GT)
- d. Jumlah petikemas yang dibongkar dan dimuat
- e. Ukuran petikemas
- f. Jarak lintasan
- g. Kecepatan CTT

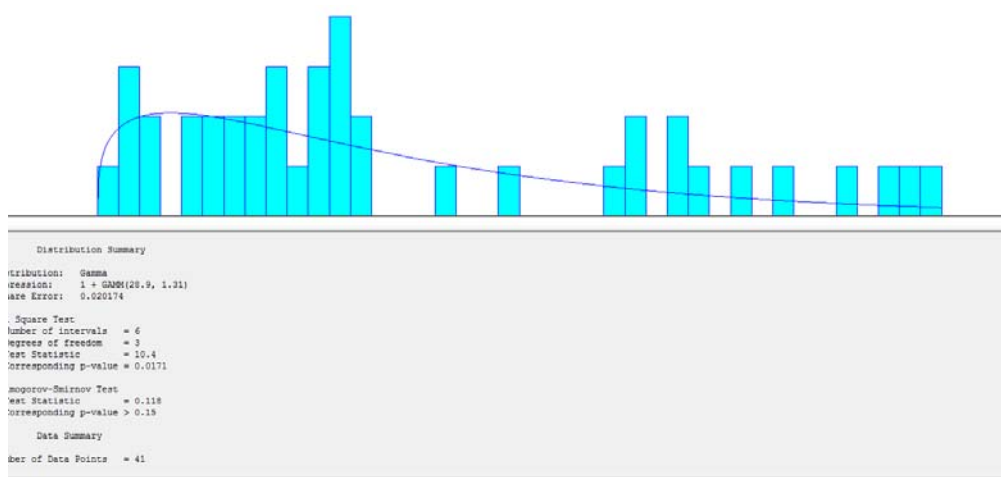
4.1.1 Penentuan Distribusi Data

Metode yang digunakan adalah metode simulasi sistem diskret sehingga dalam simulasi membutuhkan pendekatan untuk mengetahui kecenderungan atau karakteristik dari masing-masing data. Data-data yang telah terkumpul akan dilihat karakteristik berupa persamaan distribusi yang paling mendekati data tersebut. Penentuan distribusi menggunakan software InputAnalyzer. Beberapa proses yang digunakan menjadi masukan pada penelitian ini, diantaranya:

- a. Kedatangan Kapal

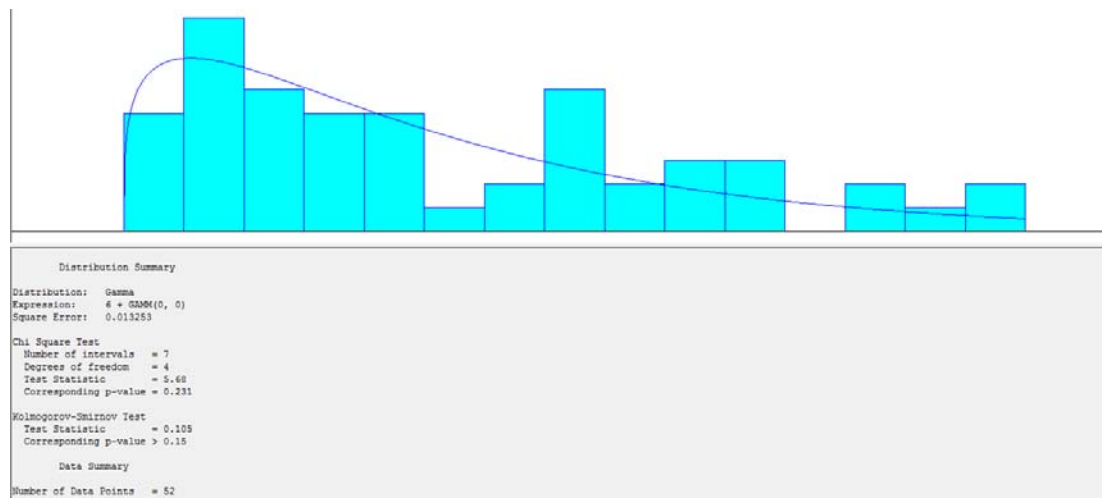
Terminal Teluk Lamong melayani kapal internasional dan domestik. Kapal-kapal tersebut berdatangan dengan mengikuti suatu distribusi tertentu. Data kedatangan kapal digunakan untuk mencari distribusi dengan bantuan InputAnalyzer. Data yang digunakan adalah kedatangan kapal pada bulan Juli-September 2016. Hasil fitting distribusi dari InputAnalyzer untuk kedatangan kapal internasional tergambar pada Gambar 4.1. Distribusi

untuk kedatangan kapal internasional adalah $1 + \text{GAMM}(28.9, 1.31)$. Distribusi yang digunakan memiliki sebesar square error 0.020174. Nilai square error < dari 0.05, sehingga aktifitas kedatangan kapal internasional akan direpresentasikan menggunakan persamaan tersebut. Distribusi kedatangan kapal internasional tergambar pada Gambar 4. 1.



Gambar 4. 1 Distribusi Kedatangan Kapal Internasional

Sedangkan kedatangan kapal domestik digambarkan menggunakan distribusi yang tergambar pada Gambar 4.2. Distribusi untuk kedatangan kapal domestik adalah $6 + \text{GAMM}(18.6, 1.26)$. Distribusi yang digunakan memiliki sebesar square error 0.013253. Nilai square error < dari 0.05, sehingga aktifitas kedatangan kapal domestik akan direpresentasikan menggunakan persamaan tersebut.



Gambar 4. 2 Distribusi Kedatangan Kapal Domestik

b. Ukuran kapal (*Length Over All* atau LOA)

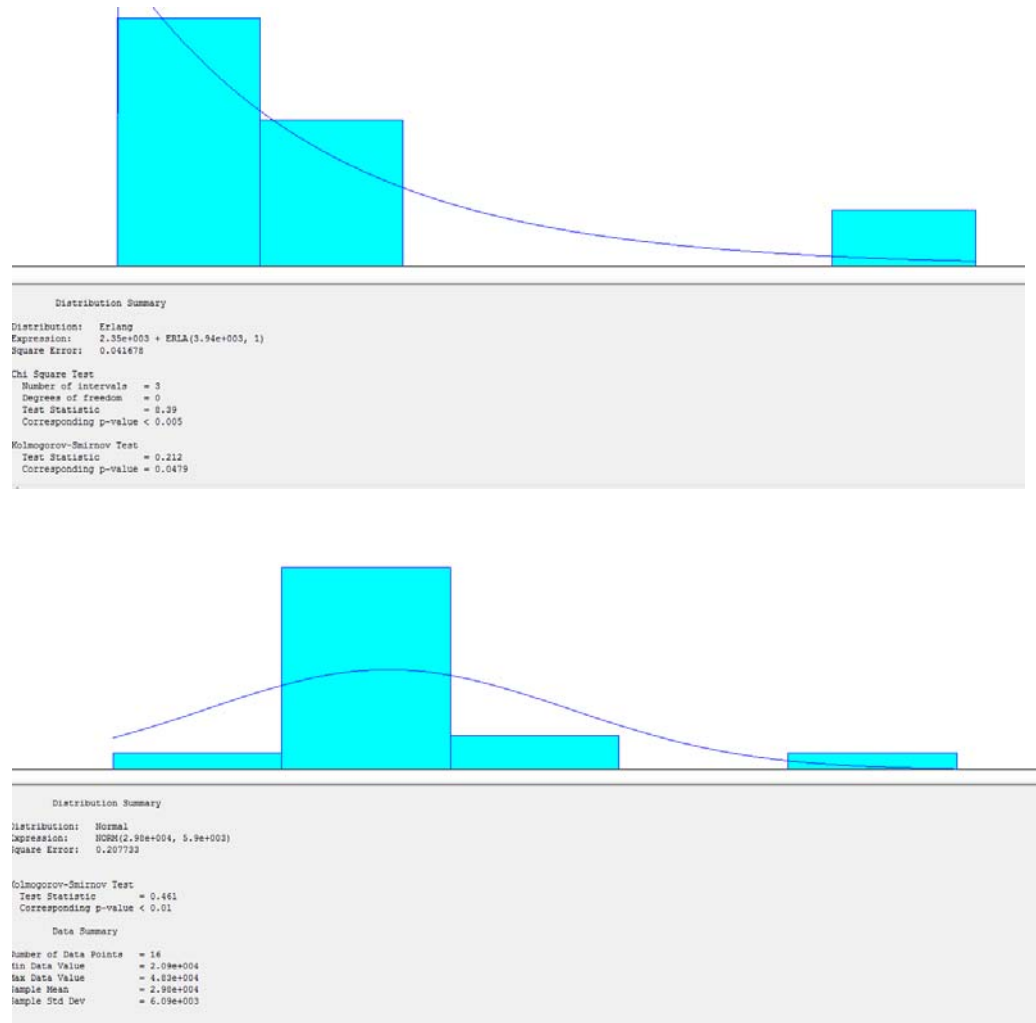
Ukuran kapal yang bersandar memiliki variasi yang berbeda-beda. Ukuran kapal akan mempengaruhi peralatan yang digunakan. Untuk kapal internasional, apabila LOA lebih dari 175 m maka kapal tersebut akan dilayani oleh 2 STS, sedangkan untuk kapal domestik, LOA lebih dari 165 m akan dilayani oleh 2 STS.

Dari hasil uji regresi, ukuran kapal ini memiliki hubungan yang tinggi dengan kapasitas kapal. Nilai R-square sekitar 96 %. Hal ini berarti bahwa ukuran kapal mempunyai hubungan erat dengan kapasitas kapal. Persamaan distribusi dari ukuran kapal akan terpengaruh oleh kapasitas kapal. Persamaan distribusi dari ukuran kapal internasional adalah $\text{NORM}(89.9937, 2.09355) + \text{GT} * \text{NORM}(0.004304333, 0.000119157)$ sedangkan untuk kapal domestik, persamaannya adalah $\text{NORM}(73.07148, 1.977702) + \text{GT} * \text{NORM}(0.006123278, 0.000310183)$

c. Kapasitas kapal (*Gross Tonage* atau GT)

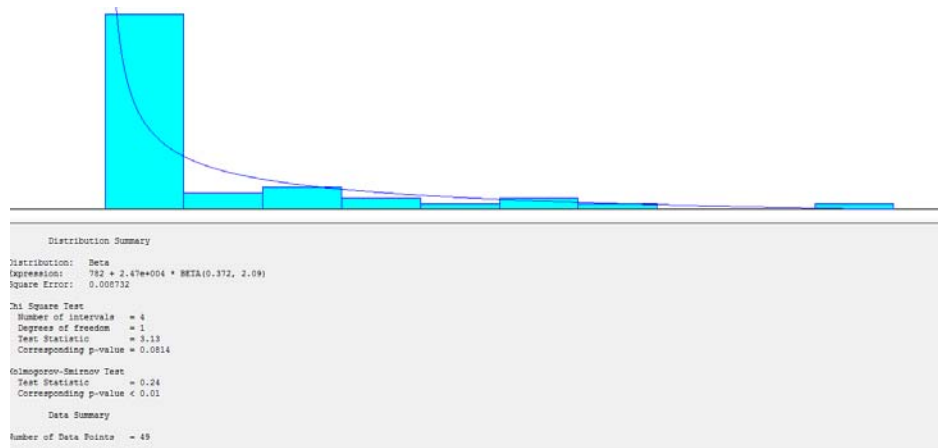
Kapasitas kapal internasional digambarkan menggunakan distribusi yang tergambar pada Gambar 4.3. Distribusi untuk kedatangan kapal internasional menggunakan 2 distribusi karena data yang ada memiliki distribusi yang berbeda. Distribusi yang pertama adalah $2.235 \times 10^3 +$

ERLA(3.94e+003, 1) dengan probabilitas 71.43% sedangkan distribusi kedua adalah NORM(2.98e+004, 5.9e+003) dengan probabilitas 28.57%. Distribusi pertama memiliki sebesar square error 0.041678 sedangkan distribusi kedua sebesar 0.207733.



Gambar 4. 3 Distribusi Kapasitas Kapal Internasional

Kapasitas kapal domestik digambarkan menggunakan distribusi yang tergambar pada Gambar 4.4. Distribusi untuk kedatangan kapal internasional adalah $782 + 2.47e+004 * \text{BETA}(0.372, 2.09)$. Distribusi yang digunakan memiliki sebesar square error 0.008732. Nilai square error < dari 0.05, sehingga kapasitas kapal domestik akan direpresentasikan menggunakan persamaan tersebut.



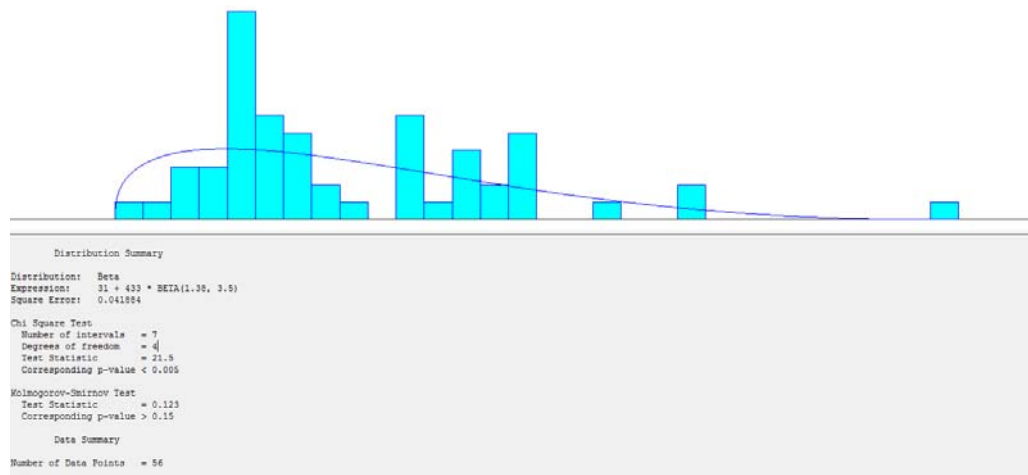
Gambar 4. 4 Distribusi Kapasitas Kapal Domestik

d. Lamanya waktu operasi bongkar muat

Distribusi untuk lamanya bongkar muat petikemas internasional adalah $1 + \text{GAMM}(5.53, 1.17)$. Distribusi beta yang digunakan memiliki sebesar square error 0.008732. Nilai square error < dari 0.05, sehingga kapasitas kapal domestik akan direpresentasikan menggunakan persamaan tersebut. Distribusi untuk lamanya bongkar muat petikemas domestik adalah $2 + \text{ERLA}(1.17, 2)$.

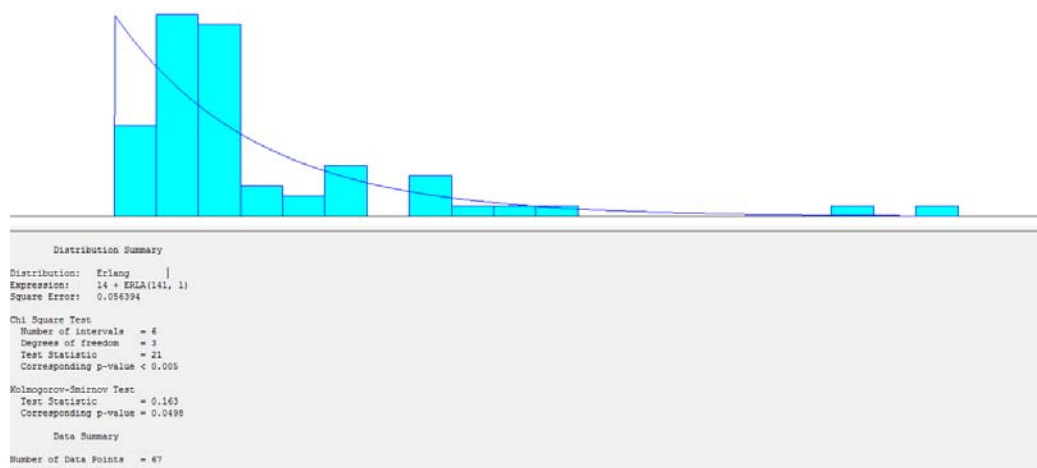
e. Lamanya waktu persiapan proses bongkar muat

Lamanya waktu persiapan proses bongkar muat internasional digambarkan menggunakan distribusi yang tergambar pada Gambar 4.7. Distribusi untuk kedatangan kapal internasional adalah $31 + 433 \cdot \text{BETA}(1.38, 3.5)$. Distribusi yang digunakan memiliki sebesar square error 0.041884. Nilai square error < dari 0.05, sehingga lamanya waktu persiapan proses bongkar muat akan direpresentasikan menggunakan persamaan tersebut.



Gambar 4. 5 Lamanya Waktu Persiapan Proses Bongkar Muat Internsional

Lamanya waktu persiapan proses bongkar muat domestik digambarkan menggunakan distribusi yang tergambar pada Gambar 4.7. Distribusi untuk kedatangan kapal internasional adalah $14 + \text{ERLA}(141, 1)$. Distribusi yang digunakan memiliki sebesar square error 0.056394. Nilai square error < dari 0.05, sehingga lamanya waktu persiapan proses bongkar muat akan direpresentasikan menggunakan persamaan tersebut.



Gambar 4. 6 Lamanya Waktu Persiapan Proses Bongkar Muat Domestik

f. Jumlah petikemas yang dibongkar dan dimuat

Dari hasil uji regresi, jumlah petikemas ini memiliki hubungan yang tinggi dengan kapasitas kapal. Nilai R square sekitar 82 %. Hal ini menandakan bahwa ukuran kapal mempunyai hubungan erat dengan ukuran kapal. Persamaan distribusi dari jumlah petikemas internasional adalah $ANINT(NORM(-6.18, 53.469) + LOA * NORM(0.033266, 0.003043))$ sedangkan untuk jumlah petikemas domestik adalah $ANINT(NORM(-214.512555, 74.704) + LOA * NORM(4.532822168, 0.710078))$

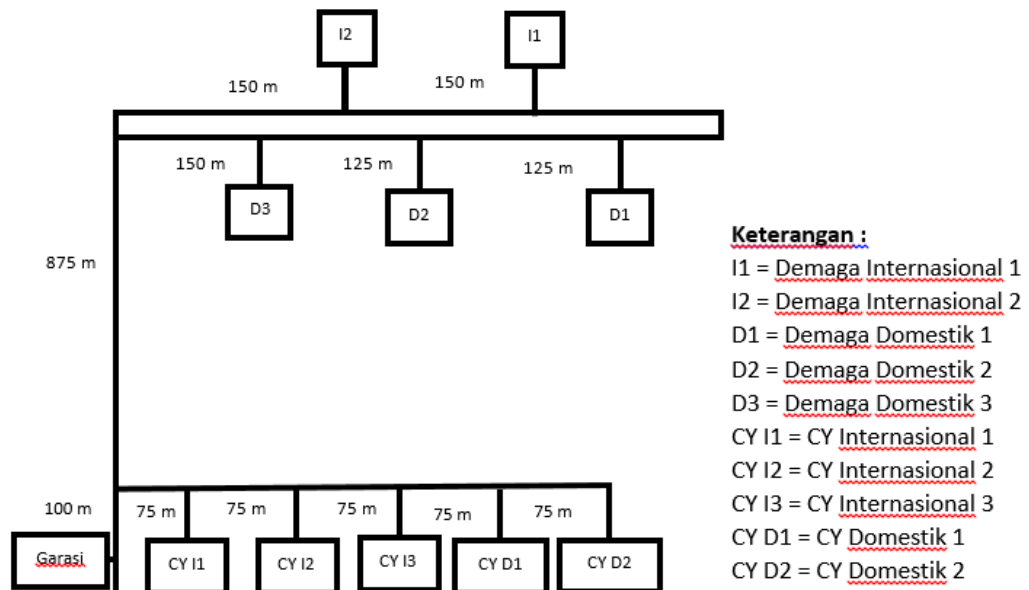
Secara detail, rangkuman dari distribusi yang digunakan tergambar pada tabel 4. Distribusi-distribusi tersebut bertujuan sebagai upaya pendekatan penulis untuk membuat model semirip mungkin dengan sistem nyata.

Tabel 4. 1 Distribusi Parameter Proses Bongkar Muat

Internasional			
Parameter	Probabilitas	Distribusi	Satuan
GT	71,43%	$2.35e+003 + ERLA(3.94e+003, 1)$	Ton
	28,57%	$NORM(2.98e+004, 5.9e+003)$	Ton
LOA	100%	$NORM(89.9937, 2.09355) + GT * NORM(0.004304333, 0.000119157)$	Meter
Kedangan Kapal	100%	$1 + GAMM(28.9, 1.31)$	Jam
Waktu Persiapan	100%	$31 + 433 * BETA(1.38, 3.5)$	Menit
Waktu Operasi	100%	$1 + GAMM(5.53, 1.17)$	Menit
Muatan Kapal	100%	$NORM(-6.18, 53.469) + Ukuran Kapal * NORM(0.033266, 0.003043)$	Box
Domestik			
Parameter		Distribusi	Satuan
GT	100%	$782 + 2.47e+004 * BETA(0.372, 2.09)$	Ton
LOA	100%	$NORM(73.07148, 1.977702) + GT * NORM(0.006123278, 0.000310183)$	Meter
Kedangan Kapal	100%	$6 + GAMM(18.6, 1.26)$	Jam
Waktu Persiapan	100%	$14 + ERLA(141, 1)$	Menit
Waktu Operasi	100%	$2 + ERLA(1.17, 2)$	Menit
Muatan Kapal	100%	$NORM(125.4289, 31.85996761) + Ukuran Kapal * NORM(0.026581778, 0.00497355)$	Box

4.1.2 Jarak Dermaga dengan Container Yard

Data jarak dari *Container Crane* (STS) dengan *Container Yard* (CY) dan sebaliknya yang digunakan dalam simulasi kali ini tergambar pada gambar 4.1 dibawah ini. Penelitian ini terdapat 2 jenis dermaga yaitu dermaga internasional dan domestik. Dalam dermaga internasional terdapat 2 buah STS sedangkan dermaga domestik mempunyai 3 buah STS.



Gambar 4. 7 Layout Jarak Dermaga dengan CY

Secara detail mengenai jarak antara STS dengan CY bisa terlihat dalam tabel 4.1. Garasi merupakan lokasi penempatan saat *Combine Tractor Terminal* (CTT) saat tidak digunakan dalam kegiatan bongkar muat.

Tabel 4. 2 Detail Jarak Dermaga dengan CY

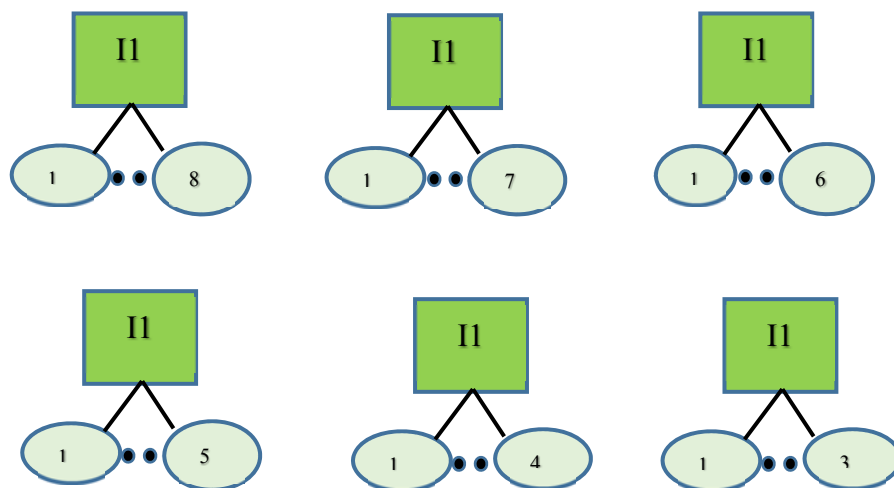
Dari	Ke	Jarak (m)
STS I1	CY1	1363
STS I1	CY2	1436
STS I1	CY3	1509
STS I1	CY4	1582
STS I1	CY5	1655
STS I2	CY1	1213
STS I2	CY2	1286
STS I2	CY3	1359
STS I2	CY4	1432
STS I2	CY5	1505
STS D1	CY1	1343
STS D1	CY2	1416
STS D1	CY3	1489
STS D1	CY4	1562
STS D1	CY5	1635
STS D2	CY1	1218
STS D2	CY2	1291
STS D2	CY3	1364
STS D2	CY4	1437
STS D2	CY5	1510
STS D3	CY1	1093
STS D3	CY2	1166
STS D3	CY3	1239
STS D3	CY4	1312
STS D3	CY5	1385
Garasi	STS I1	1388
Garasi	STS I2	1238
Garasi	STS D1	1368
Garasi	STS D2	1243
Garasi	STS D3	1118
Garasi	CY1	175
Garasi	CY2	250
Garasi	CY3	325
Garasi	CY4	400
Garasi	CY5	475

4.1.3 Kecepatan CTT dalam Dermaga

Data kecepatan CTT digunakan untuk mengetahui lamanya suatu CTT bergerak dari satu lokasi ke lokasi lainnya untuk mengangkut petikemas. Data kecepatan yang digunakan adalah data kecepatan rata-rata CTT yang diizinkan selama berada di dalam terminal petikemas yaitu 20 km/jam atau 333,33 meter/menit.

4.1.4 Strategi Dispatching CTT

Dispatching strategi pada penelitian ini menggunakan tipe dedicated per STS. Alasan menggunakan strategi ini adalah strategi ini yang digunakan pada kondisi eksisting. Sistem ini juga akan mengurangi kemungkinan terjadinya kekacauan lalu lintas CTT di dermaga. Penelitian ini berfokus pada mencari jumlah CTT yang terbaik per STS dari beberapa skenario yang disimulasikan. Simulasi ini menggunakan 2 dermaga yaitu dermaga internasional dan domestik. Jumlah STS adalah 5 unit STS. Simulasi akan berlangsung bersamaan antara internasional dan domestik, hal ini berbeda dengan simulasi pada penelitian-penelitian sebelumnya.



Gambar 4. 8 Variasi Jumlah CTT dengan Startegi Dedicated per STS

Pada penelitian ini yang dilakukan adalah dengan merubah jumlah CTT yang melayani sebuah STS. Perubahan yang dilakukan adalah dengan menambah maupun mengurangi jumlah CTT dari kondisi eksisting. Jumlah CTT yang akan disimulasikan adalah 7 unit (eksisting) 8, 6, 5, 4 dan 3 unit CTT. Dari

semua skenario tersebut akan dilihat jumlah dari CTT yang paling efektif sehingga akan didapat kombinasi penggunaan STS dan CTT yang terbaik.

4.2 Konseptual Model

Konseptual model menggambarkan suatu model yang akan diinterpretasikan dalam simulation model. Konseptual model ini harus merepresentasikan sistem nyata di lapangan. Konseptual model membantu untuk menentukan formulasi yang diperlukan dalam simulasi dan untuk menggambarkan aktivitas yang terjadi yang selanjutnya akan memudahkan dalam pembuatan model simulasinya. Dalam penelitian ini, konseptual model merepresentasikan kegiatan bongkar muat petikemas di Terminal Teluk Lamong.

4.2.1 Diagram Logic Flow

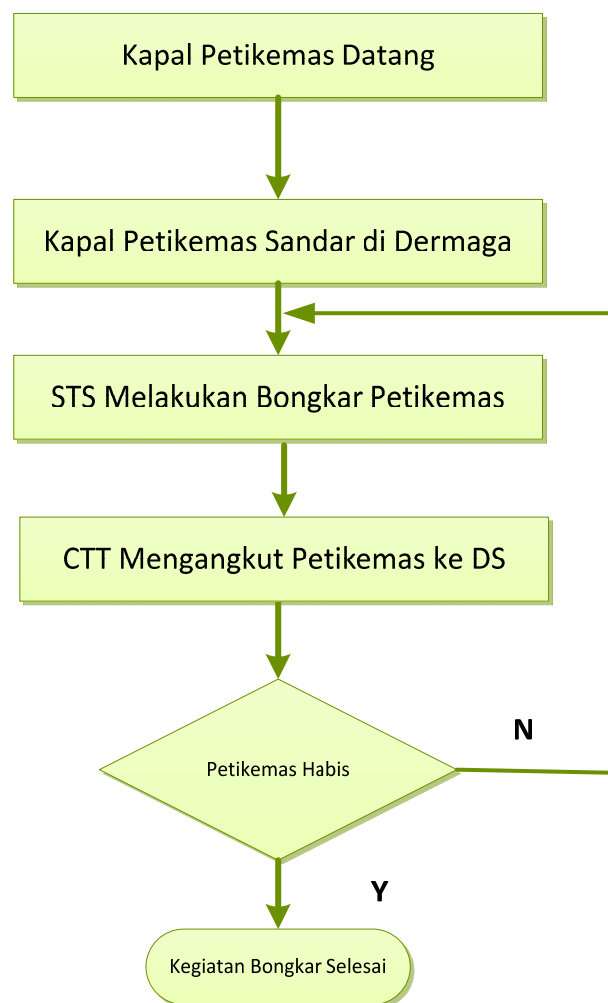
Diagram *logic flow* merepresentasikan informasi tentang setiap proses dari urutan sistem nyata. Dalam penelitian ini ada 2 aktifitas utama yang akan dibangun menggunakan *logic flow* yaitu:

a. Proses kegiatan Bongkar

Pemodelan sistem bongkar petikemas adalah pembuatan model simulasi kegiatan bongkar petikemas di PT Terminal Teluk Lamong. Kegiatan bongkar adalah aktivitas memindahkan petikemas dari kapal untuk ditempatkan di lapangan penumpukan (CY). Terminal Teluk Lamong mempunyai 2 jenis kegiatan bongkar yaitu kegiatan bongkar petikemas internasional dan domestik.

Peralatan yang digunakan dalam aktifitas bongkar maupun muat petikemas adalah *Container Crane* (STS), *Combine Terminal Tractor* (CTT), *Docking Station* (DS) dan *Automatic Stacking Crane* (ASC). STS adalah alat yang digunakan untuk menurunkan dan menaikkan petikemas dari dan ke kapal dari CTT. CTT adalah alat pengangkut petikemas dari dermaga menuju ke *container yard* (CY) ataupun sebaliknya. DS adalah alat yang digunakan untuk meletakkan petikemas sebelum diambil oleh ASC untuk dilakukan penumpukan di CY. Sebagaimana diketahui bahwa Chassis CTT yang digunakan di Terminal Teluk Lamong memiliki kemampuan dapat berubah ketinggiannya untuk keperluan peletakkan petikemas di DS.

Pemodelan sistem kegiatan bongkar dilakukan dengan mentranformasikan aliran proses dan *activity cycle* diagram serta aturan-aturan sistem bongkar ke dalam software. Dalam pemodelan ini, tentunya ada asumsi dan batasan yang digunakan untuk mempermudah dalam proses pemodelan. Transformasi dilakukan dengan membuat logika pemodelan. Logika pemodelan adalah interaksi antara modul-modul yang ada di software yang menggambarkan aliran proses dan sumber daya yang dikonsumsi.



Gambar 4. 9 Diagram Alur Kegiatan Bongkar

Aktivitas bongkar dimulai ketika kapal telah sandar di dermaga. Selanjutnya STS bekerja untuk melakukan kegiatan bongkar sesuai dengan daftar petikemas yang dibongkar. Jenis petikemas ada 2 yaitu 40 feet dan 20

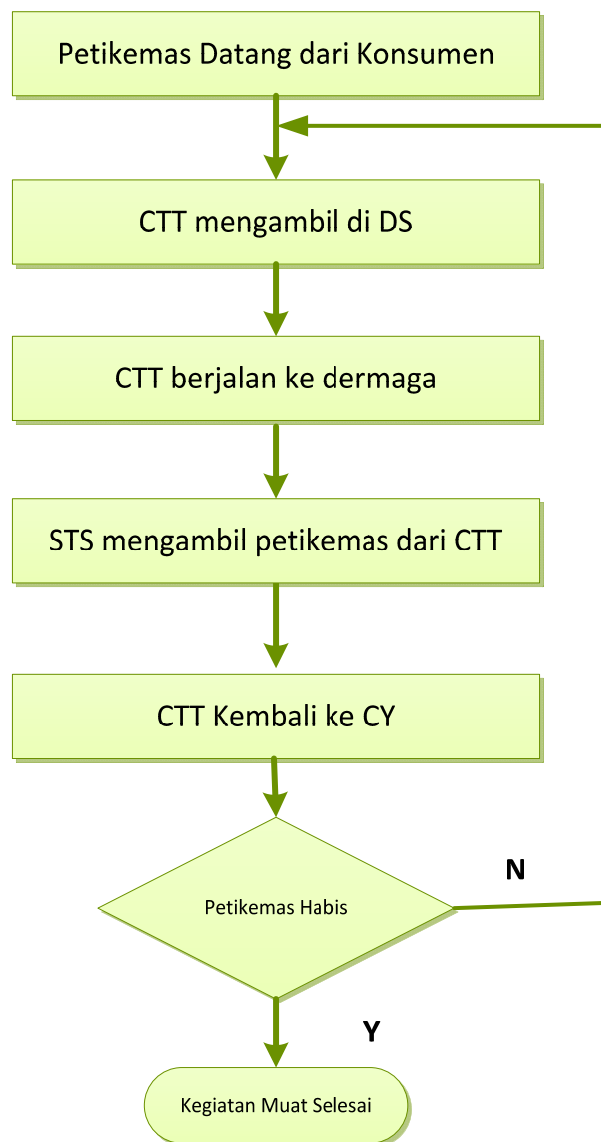
feet. Pada proses pengangkutan, apabila petikemas berukuran 40 feet maka setiap CTT hanya mengangkut 1 box petikemas, sedangkan apabila petikemas berukuran 20 feet maka setiap CTT akan mengangkut 2 box petikemas. STS akan membongkar semua petikemas sampai habis sebelum memulai kegiatan muat. Dari STS, petikemas diangkut menuju Docking Station (DS) untuk dilakukan aktivitas penumpukan oleh ASC.

b. Proses kegiatan Muat

Pemodelan sistem muat petikemas adalah pembuatan model simulasi kegiatan bongkar petikemas di PT Terminal Teluk Lamong. Kegiatan muat adalah aktivitas memindahkan petikemas dari lapangan penumpukan (CY) menuju ke kapal untuk diangkut sesuai tujuan.

Peralatan yang digunakan dalam aktifitas muat sama dengan peralatan yang digunakan pada kegiatan bongkar seperti Container Crane (STS), Combine Terminal Tractor (CTT), Docking Station (DS) dan Automatic Stacking Crane (ASC).

Pemodelan sistem kegiatan muat dilakukan dengan mentransformasikan aliran proses dan activity cycle diagram serta aturan-aturan sistem bongkar ke dalam software. Dalam pemodelan ini, tentunya ada asumsi dan batasan yang digunakan untuk mempermudah dalam proses pemodelan. Transformasi dilakukan dengan membuat logika pemodelan. Logika pemodelan adalah interaksi antara modul-modul yang ada di software yang menggambarkan aliran proses dan sumber daya yang dikonsumsi.

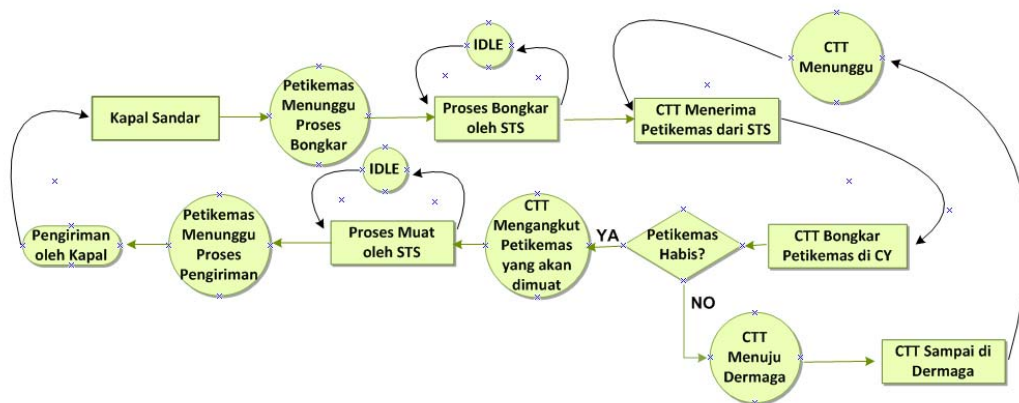


Gambar 4. 10 Diagram Alur Kegiatan Muat

Aktivitas muat dimulai ketika petikemas dari konsumen datang ke terminal. Saat petikemas sudah di lapangan penumpukkan maka selanjutnya diangkut oleh CTT menuju ke dermaga. CTT akan mengangkut 2 box petikemas apabila ukurannya 20 feet tetapi apabila ukurannya 40 feet maka CTT hanya mengangkut 1 box petikemas. CTT mengangkut petikemas menuju STS yang telah ditentukan untuk dimuat ke kapal. Apabila petikemas yang akan dimuat habis maka kegiatan muat telah berakhir.

c. Activity Cycle Diagram Bongkar Muat

Activity Cycle menggambarkan urutan proses yang terjadi ketika proses bongkar muat petikemas. Diawali ketika kapal yang membawa petikemas sandar di dermaga. Selanjutnya petikemas akan dibongkar menggunakan STS. Diteruskan oleh proses pengangkutan menuju CY dengan menggunakan CTT. Petikemas yang akan dibongkar selanjutnya ditumpuk oleh ASC di CY. Kegiatan bongkar akan dilakukan kembali ketika petikemas yang akan dibongkar itu belum habis, apabila sudah habis maka akan dilanjutkan dengan proses pengangkutan petikemas yang akan dimuat. Setelah semua petikemas dimuat di dalam kapal, maka kapal akan meninggalkan dermaga untuk mengirimkan petikemas. Proses akan berulang seperti diatas dengan kapal yang berbeda. Secara detail *activity cycle* untuk tergambar pada Gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Activity Cycle Diagram Bongkar Muat

4.2.2 Elemen Sistem

Sistem dikrit mempunyai karakteristik yang berbeda dengan sistem yang kontinyu. Fitur sistem diskrit dapat dikatakan sebagai berikut; *entities* membawa *attributes* dan melakukan beberapa *activities*. *Activities* dilakukan sesuai aturan dalam sistem dan menggunakan beberapa *resources* dalam sistem sehingga menciptakan *events* yang merubah *state* sistem dengan tetap menjaga *relations* yang logis. Berikut elemen sistem pada penelitian ini :

a. Entities

Entities adalah obyek dalam sistem dinamis yang bergerak dalam sistem yang dapat menghasilkan events.

- Kapal akan memicu entity sebagai inputan dari sistem
- Petikemas adalah entity yang akan terlibat dalam proses simulasi

b. Activities

Activities adalah tindakan yang menghabiskan atau membutuhkan waktu dimana permulaan dan berakhirnya tindakan tersebut bertepatan dengan munculnya *event*.

- Kedatangan kapal
- Kapal sandar
- STS membongkar dan memuat petikemas
- Pergerakan CTT dari dermaga ke CY
- Pergerakan CTT dari CY ke dermaga

c. Resources

- *Resources* adalah komoditas (yang terbatas) yang digunakan, dikonsumsi atau diisi oleh entity
- Luas *berthing area* di dermaga
- *Container Crane* (STS) untuk membongkar dan memuat petikemas dari dan ke kapal
- *Combine Tractor Terminal* (CTT) untuk mengangkut atau memindahkan petikemas yang dibongkar STS untuk ditumpuk ke CY atau sebaliknya.
- *Docking Station* (DS) adalah alat untuk meletakkan petikemas untuk selanjutnya diambil oleh *Automatic Stacking Crane* (ASC)

d. Kontrol

Kontrol adalah mekanisme yang mengatur dan mengontrol agar suatu sistem dinamis tetap dalam sasaran pencapaian tujuan.

- Daftar posisi lokasi penumpukan dari petikemas.
- Sistem FIFO (*Fist In Fist Out*) yang diterapkan di DS untuk penumpukkan.
- Lintasan dari CTT dari dermaga menuju ke DS tergambar pada gambar 4.1.

- Waktu operasi Terminal Teluk Lamong adalah 24 jam dan 7 hari seminggu

4.2.3 Sistem Variabel

Variabel merupakan sesuatu yang menjadi objek pengamatan penelitian, sering juga disebut sebagai faktor yang berperan dalam penelitian atau gejala yang akan diteliti.

a. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya variabel terikat

- Waktu kedatangan kapal
- Jumlah petikemas yang akan dibongkar dan dimuat
- Jumlah CTT yang digunakan untuk kegiatan bongkar muat
- Kecepatan CTT
- Kecepatan STS melakukan kegiatan bongkar muat (box per menit)

b. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat adanya variabel bebas

- Waktu sandar kapal (berthing time) yang dipengaruhi oleh banyaknya petikemas yang dibongkar dan dimuat, kecepatan CTT, jumlah CTT
- Waktu tunggu CTT

4.2.4 Skenario Simulasi

Sebelum melakukan simulasi, hal yang penting dan perlu dilakukan adalah merencanakan jalannya simulasi tersebut. Bagaimana menyiapkan skenario-skenario yang akan dilakukan untuk dapat mendapatkan sesuatu yang menjadi tujuan penelitian.

a. Strategi *dispatching* CTT

Strategi *dispatching* CTT yang akan digunakan adalah tipe dedicated, artinya untuk 1 unit *Container Crane* (STS), akan dilayani oleh sejumlah CTT yang sama. CTT yang telah ditentukan untuk 1 STS tidak boleh berpindah ke STS yang lain.

b. Strategi pemilihan CTT

Setelah strategi *dispatching* CTT ditentukan, selanjutnya ditentukan strategi untuk pemilihan CTT yang digunakan. Strategi yang dipilih dalam penelitian kali ini adalah strategi pemilihan CTT dengan jarak terdekat dengan lokasi yang meminta CTT.

c. Skenario perubahan jumlah CTT

Skenario penelitian yang akan dilakukan adalah dengan Meribah parameter jumlah CTT. Jumlah CTT yang akan disimulasikan adalah 7 (kondisi eksisting), 8, 6, 5, 4 dan 3 unit CTT. Dari semua skenario tersebut akan dilihat yang lebih optimal dari untuk diterapkan di lapangan.

4.3 Logika Pemodelan

4.3.1 Logika Pemodelan Kedatangan Kapal

Aktivitas yang pertama adalah kedatangan kapal baik itu kapal internasional maupun kapal domestik yang mengangkut petikemas. Aktivitas ini mengidentifikasi waktu kedatangan kapal, ukuran kapal, berat kapal dan jumlah muatan kapal yang akan dibongkar dan dimuat. Logika pemodelan ini digambarkan secara detail pada Lamipran 1 dan Lampiran 2. Model ini akan menentukan kapal tersebut sandar di dermaga mana, akan dilayani oleh berapa STS dan interval kedatangan dari kapal baik itu internasional maupun domestik.

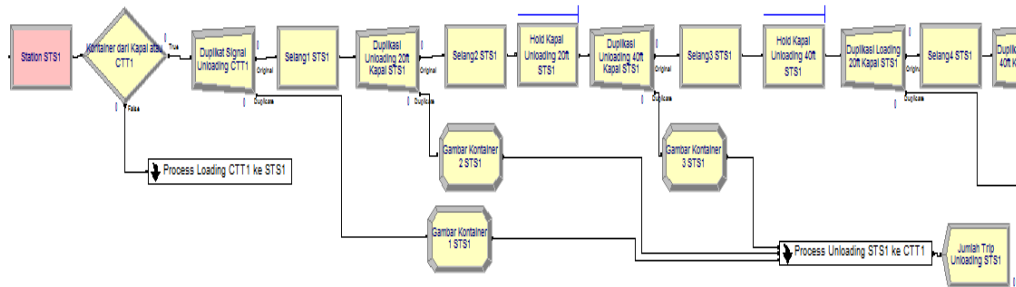
- a. Modul 'Create' akan mengatur waktu kedatangan kapal. Dengan menggunakan pendekatan distribusi dari data history maka akan didapat suatu persamaan yang mewakili kedatangan kapal internasional. Kapal bisa datang dalam waktu yang bersamaan. Ketika semua dermaga digunakan maka kapal yang datangnya terakhir akan menunggu sampai terdapat dermaga yang kosong.
- b. Ukuran kapal dan jumlah muatan kapal akan diidentifikasi menggunakan modul 'assign'
- c. Untuk mendapatkan distribusi yang optimal dari jumlah petikemas, akan dibagi menjadi 3 distribusi yaitu distribusi untuk jumlah yang sedikit,

sedang dan banyak jumlahnya. Modul yang digunakan adalah modul 'decide'.

- d. Ukuran petiekmas ada 2 ukuran yaitu 20 feet dan 40 feet. dibedakan nanti karena adanya perbedaan dalam proses bongkar dan muat. Untuk mengidentifikasi keduanya digunakan modul assign'.
- e. Modul 'hold' digunakan untuk menahan kapal apabila dermaga sedang full. Ketika dermaga sedang full, maka kapal akan menunggu di area kolam pelabuhan. Terminal Teluk Lamong memiliki 2 dermaga Internasional (I2 dan I2) dan 3 dermaga Domestik (D1, D2 dan D3).
- f. Modul 'decide' digunakan memisahkan LOA kapal internasional dengan ukuran > 175 dan $LOA \leq 175$. Kapal dengan $LOA > 175$ akan dilayani oleh 2 unit STS, sedangkan $LOA \leq 175$ dilayani 1 unit STS. Sedangkan untuk kapal domestik dengan ukuran > 165 dan $LOA \leq 165$. Kapal dengan $LOA > 165$ akan dilayani oleh 2 unit STS, sedangkan $LOA \leq 165$ dilayani 1 unit STS.

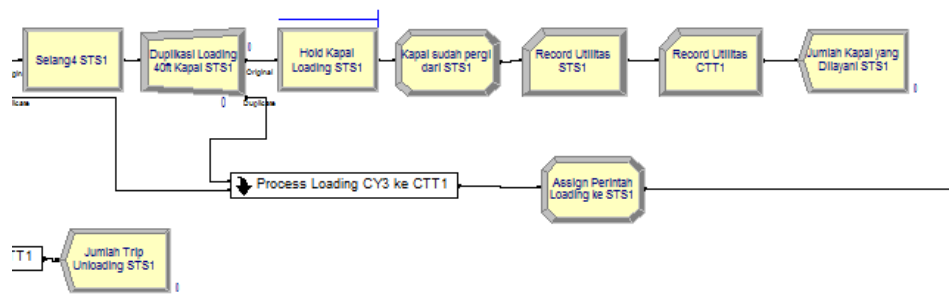
4.3.2 Logika Pemodelan Bongkar Muat Petikemas

Proses selanjutnya adalah proses di *Ship To Shore (STS)*. Terminal teluk lamong mempunyai 2 unit STS di dermaga internasional dan 3 unit STS di dermaga domestik. Dalam penelitian ini secara umum siklus proses di terminal teluk lamong adalah bongkar dan muat petikemas. Proses yang terjadi adalah proses bongkar terlebih dahulu baru proses muat. Khusus untuk STS internasional mempunyai kemampuan twin lift artinya dapat mengangkat 2 unit petikemas ukuran 20 feet sekaligus. Petikemas dari kapal akan dibongkar sampai semua petikemas yang akan dibongkar habis, selanjutnya dilanjutkan dengan proses muat petikemas yang akan dikirim. Kegiatan di dermaga internasional secara lengkap tergambar pada Lampiran 3 dan Lampiran 4 untuk proses bongkar muat dermaga domestik. Secara singkatnya dapat dilihat pada penjelasan dibawah ini:



Gambar 4. 12 Logika Pemodelan B/M STS Bagian 1

- Modul ‘station’ akan memulai proses yang terjadi di dermaga. Setiap STS diwakili oleh satu ‘station’. Untuk dermaga internasional memiliki 2 buah ‘station’ yaitu untuk STS 1 dan STS 2, sedangkan di dermaga domestik terdapat 3 unit STS yaitu STS 3, STS 4 dan STS 5.
- Modul ‘decide’ digunakan untuk memilih apakah petikemas berasal dari kapal (bongkar) atau dari CTT (muat)
- Modul ‘hold’ digunakan untuk menahan kapal apabila dermaga sedang digunakan untuk kegiatan bongkar muat. Kapal akan ditahan dan menunggu di kolam pelabuhan.



Gambar 4. 13 Logika Pemodelan B/M STS Bagian 2

- Modul ‘separate’ digunakan untuk memisahkan kegiatan satu dengan urutan kegiatan yang lain, seperti kegiatan bongkar dan muat di sisi STS maupun kegiatan bongkar dan muat di sisi DS.
- Modul ‘assign’ juga digunakan membuat animasi berupa truck yang seolah-olah berjalan dari 1 lokasi ke lokasi lainnya.

- f. Modul 'record' digunakan untuk mengambil data-data apa yang kita inginkan. Pada penelitian ini, akan diambil data berupa utilisasi dari STS dan CTT.
- g. Modul 'dispose' digunakan untuk mengakhiri suatu proses. Pada modul ini akan dicatat banyaknya kapal yang dilayani oleh STS tertentu.

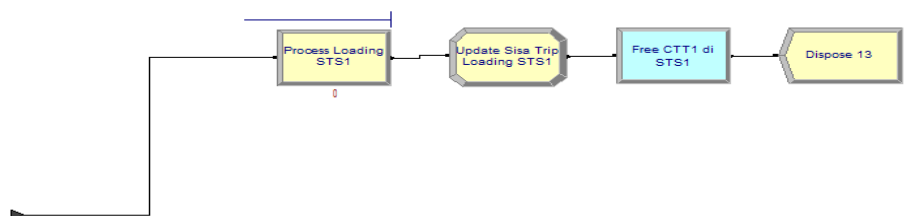
Penjelasan modul-modul (a sampai g) menggambarkan suatu proses yang terjadi di suatu STS internasional (STS1 dan STS2) dan domestik (STS 3, STS 4 dan STS 5). Tahap selanjutnya adalah proses di sisi CY. Disisi CY juga terdapat 2 jenis kegiatan yaitu bongkar dan muat. Satu blok CY memiliki 5 unit *Docking Station* (DS), dan satu unit blok CY memiliki 2 unit ASC.

Pada proses Gambar 4.4 dan 4.5 terdapat proses yang dilakukan pemisahan oleh modul 'separe'. Proses yang dipisah adalah proses muat petikemas dari CTT ke STS, proses bongkar petikemas dari STS ke CTT dan proses muat petikemas di CY dari DS ke CTT. Secara detailnya kedua proses tersebut dijelaskan dibawah ini :

1. Proses Muat Petikemas dari CTT ke STS

Logika proses muat petikemas dari CTT ke STS dijelaskan pada Gambar 4.6 dibawah ini :

- a. Modul 'proses' digunakan untuk melakukan proses muat dari CTT ke STS.
- b. Modul 'assign' digunakan untuk mencatat sisa trip dari CTT yang harus dilakukan
- c. Proses ini diakhiri dengan modul 'dispose'.

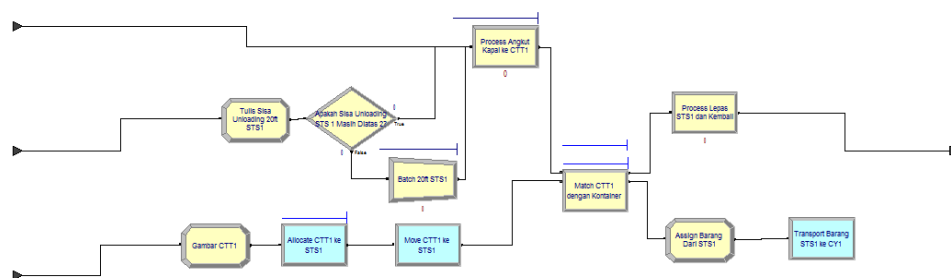


Gambar 4. 14 Logika Pemodelan Muat Petikemas dari CTT ke STS

2. Proses Bongkar Petikemas dari STS ke CTT

Pada logika pemodelan ini menggambarkan proses bongkar petikemas dari STS ke CTT. Proses ini tergambar pada Gambar 4.9. Dalam proses ini menggambarkan logika proses bongkar petikemas dari STS ke CTT, artinya petikemas dibongkar dari kapal ke CTT menggunakan STS. Secara detail modul- modul dalam proses bongkar dari STS ke CTT sebagai berikut :

- Modul ‘assign’ digunakan untuk mencatat sisa petikemas yang belum dibongkar, apabila masih ada sisa CTT akan kembali melakukan proses yang sama.
- Modul ‘decide’ digunakan untuk memilih apakah petikemas masih 1 atau 2 terakhir. Hal ini berkaitan dengan proses bongkar petikemas 20 feet. Apabila petikemas 20 feet tersisa 1 unit, CTT harus tetap jalan dengan hanya mengangkut 1 unit petikemas ukuran 20 feet.



Gambar 4. 15 Logika Pemodelan Bongkar Petikemas dari STS ke CTT

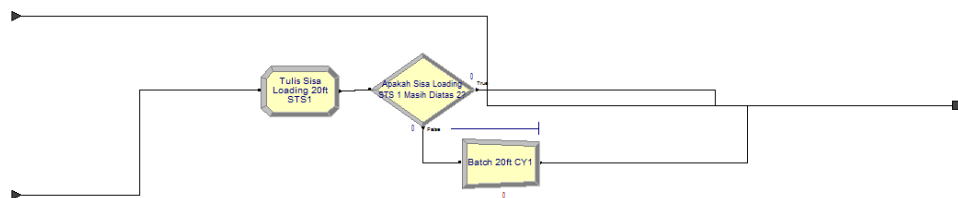
- Modul ‘process’ digunakan untuk menggambarkan proses pengangkatan petikemas dari kapal menuju CTT. Modul ‘process’ juga digunakan untuk menggambarkan proses pelepasan STS dari petikemas.
- Modul ‘transport’ digunakan untuk melakukan pengiriman petikemas menuju CY.

3. Proses Muat Petikemas dari CY ke CTT

Pada logika pemodelan ini menggambarkan proses muat petikemas dari CY ke CTT. Proses ini tergambar pada Gambar 4.10. Dalam proses ini menggambarkan logika proses muat petikemas dari CY ke CTT, artinya petikemas dimuat dari CY ke CTT yang dilakukan di *Docking Station* (DS). Petikemas diletakkan diatas DS oleh *Automatic Stacking Crane* (ASC)

Secara detail modul- modul dalam proses bongkar dari STS ke CTT sebagai berikut :

- a. Modul 'assign' digunakan untuk mencatat sisa petikemas yang belum dimuat, apabila masih ada sisa CTT akan kembali melakukan proses yang sama.
- b. Modul 'decide' digunakan untuk memilih apakah petikemas masih 1 atau 2 terakhir. Hal ini berkaitan dengan proses bongkar petikemas 20 feet. Apabila petikemas 20 feet tersisa 1 unit, CTT harus tetap jalan dengan hanya mengangkut 1 unit petikemas ukuran 20 feet

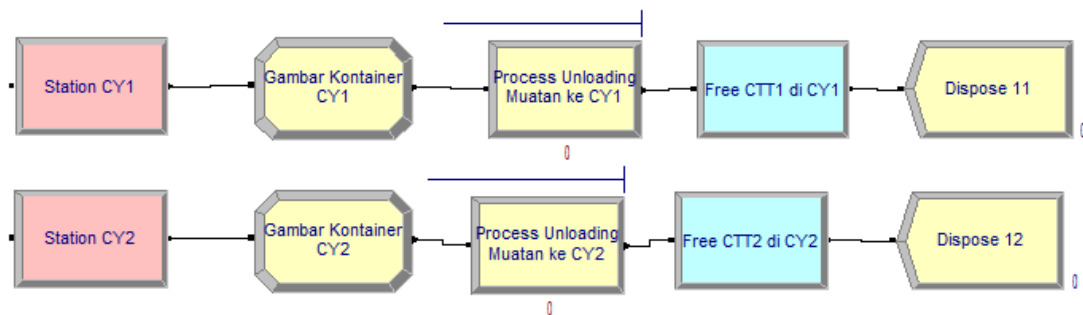


Gambar 4. 16 Logika Pemodelan Muat Petikemas dari CY ke CTT

4.3.3 Logika Pemodelan di CY Internasional

Pada proses ini tergambarkan proses bongkar petikemas untuk CY internasional. CTT yang berasal dari dermaga internasional akan membongkar petikemasnya ke CY 1, CY2 atau CY 3. Proses ini tergambar pada Gambar 4.11. Modul-modul yang terdapat dalam proses ini diantaranya :

- a. Modul 'station' digunakan untuk membuat suatu station atau lokasi suatu proses.
- b. Modul 'assign' digunakan untuk memberikan animasi berupa truck yang berjalan
- c. Modul 'process' digunakan untuk proses bongkar baik pada CY 1 maupun CY 2.



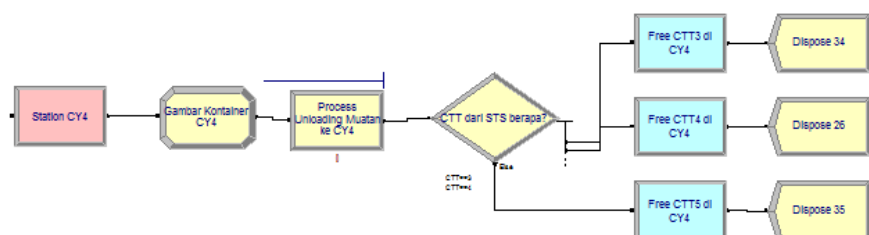
Gambar 4. 17 Logika Pemodelan Petikemas di CY Internasional

- d. Modul ‘free’ digunakan untuk menandakan bahwa CTT telah kosong dan bisa digunakan untuk proses selanjutnya
- e. Modul ‘dispose’ digunakan untuk menyelesaikan proses.

4.3.4 Logika Pemodelan di CY Domestik

Pada proses ini tergambarakan proses bongkar petikemas untuk CY domestik. CTT yang berasal dari dermaga domestik akan membongkar petikemasnya ke CY 4. Proses ini tergambar pada Gambar 4.12. Modul-modul yang terdapat dalam proses ini diantaranya:

- a. Modul ‘station’ digunakan untuk membuat suatu station atau lokasi suatu proses.
- b. Modul ‘assign’ digunakan untuk memberikan animasi berupa truck yang berjalan



Gambar 4. 18 Logika Pemodelan Petikemas di CY Domestik

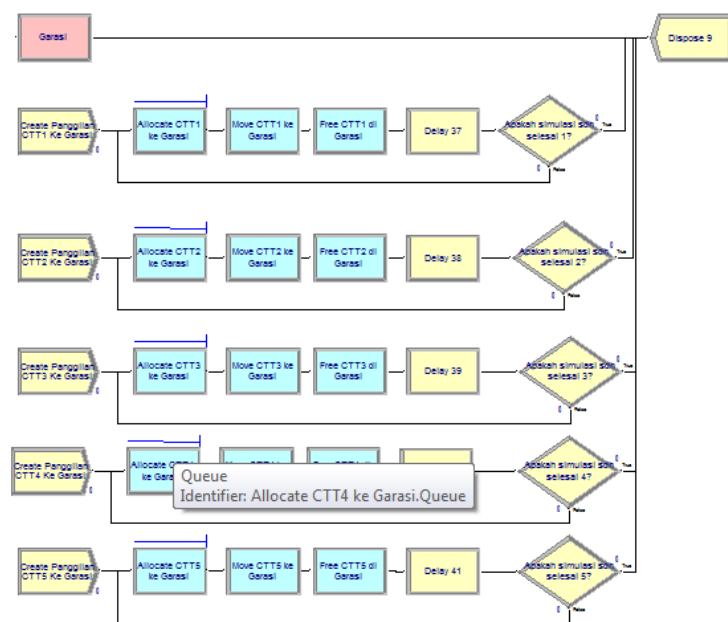
- c. Modul ‘decide’ digunakan untuk memilih petikemas, berasal dari STS mana, apakah berasal dari STS 3, STS 4 atau STS 5.
- d. Modul ‘free’ digunakan untuk menandakan bahwa CTT telah kosong dan bisa digunakan untuk proses selanjutnya.

e. Modul 'dispose' digunakan untuk menyelesaikan proses.

4.3.5 Logika Pemodelan Garasi CTT

Proses ini digunakan untuk pengalokasian CTT untuk melakukan pekerjaan bongkar muat. Proses ini tergambar pada Gambar 4.13. Modul-modul yang terdapat dalam proses ini diantaranya:

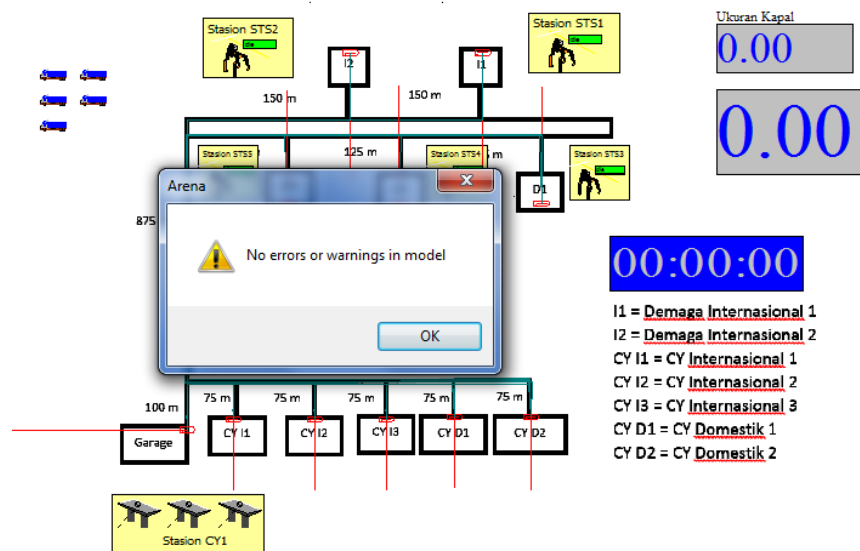
- Modul 'create' digunakan untuk membuat proses baru, dalam hal ini adalah membuat proses CTT di garasi.
- Modul 'allocate' digunakan untuk menyiapkan lokasi untuk CTT tertentu di garasi
- Modul 'free' digunakan untuk menyatakan bahwa CTT telah kosong dan tidak sedang digunakan
- Modul 'decide' digunakan untuk memilih apakah simulasi untuk STS tertentu telah selesai atau proses bongkar muatnya telah selesai atau belum.



Gambar 4. 19 Logika Pemodelan Garasi CTT

4.4 Verifikasi

Verifikasi merupakan suatu tahapan yang bertujuan untuk meyakinkan model yang telah dibuat dan ditransformasikan kedalam komputer adalah suatu model yang benar. Verifikasi digunakan untuk memastikan bahwa model simulasi merepresentasikan konseptual model. Dalam model simulasi, verifikasi dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap model dan dipastikan tidak ada kesalahan (No Error). Pada penelitian ini, dilakukan dengan “check model” untuk melihat apakah ada kesalahatan dalam pembuatan model. Dari gambar 4.21 terlihat bahwa pesan dari software simulasi adalah “No Error or Warning in Model”. Berdasarkan hasil tersebut maka dapat dikatakan bahwa model yang dibuat telah terverifikasi dan tidak ada kesalahan pada model.



Gambar 4. 20 No Error and Waning Dalam Model

4.5 Validasi

4.5.1 Uji T (T-test)

Uji T adalah uji yang mengukur perbedaan dua atau beberapa mean antar kelompok. Pada uji-t ini dibandingkan nilai t-hitung dengan t-tabel.

- $H_0 : \beta_1 = 0$,
- $H_1 : \beta_1 \neq 0$
- Tolak H_0 jika $t_{hitung} > t_{tabel}$

Pengujian ini akan melakukan uji-t untuk membandingkan nilai t-hitung yang akan dibandingkan dengan nilai t-tabel. Model dikatakan valid dengan syarat nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$. Parameter yang digunakan untuk melakukan pengujian ini adalah LOA, GT, jumlah box yang dibongkar, berthing time, operating time, BSH dan BCH. Perhitungan *degrees of freedom* (df) mengikuti persamaan berikut:

$$df = \frac{(s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)^2}{\left(\frac{s_1^2/n_1}{n_1 - 1} + \frac{s_2^2/n_2}{n_2 - 1}\right)} \dots\dots\dots 1)$$

Data t-tabel dicari menggunakan excel dengan persamaan $=T.INV.2T(\text{probability}; \text{deg_freedom})$, sedangkan nilai t-hitung, dicari menggunakan simulasi. Jumlah data yang hasil simulasi selama 3 bulan tercatat ada 52 kapal internasional dan 79 kapal domestik. Detail hasil simulasi tergambar pada Lampiran 5. Penjelasan perhitungan secara detail adalah sebagai berikut :

a. Length Over All (LOA) Kapal

- Internacional

Nilai uji t untuk LOA kapal internasional memiliki parameter nilai :

✓ df = 102

✓ t-tabel = 1,983495259

✓ t-hitung = 0,57

Dari hasil tersebut terlihat bahwa $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$, sehingga kesimpulannya adalah gagal tolak H_0 . Dengan demikian tidak ada perbedaan yang signifikan antara data dengan hasil simulasi.

- Domestik

Nilai uji t untuk LOA kapal domestik memiliki parameter nilai :

✓ $df = 135$

✓ t-tabel = 1,977692277

✓ t-hitung = 0,37

Dari hasil tersebut terlihat bahwa $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$, sehingga kesimpulannya adalah gagal tolak H_0 . Dengan demikian tidak ada perbedaan yang signifikan antara data dengan hasil simulasi.

b. Gross Ton (GT)

- Internasional

Nilai uji t untuk GT kapal internasional memiliki parameter nilai :

✓ $df = 102$

✓ $t\text{-tabel} = 1,983495259$

✓ $t\text{-hitung} = 0,6$

Dari hasil tersebut terlihat bahwa $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$, sehingga kesimpulannya adalah gagal tolak H_0 . Dengan demikian tidak ada perbedaan yang signifikan antara data dengan hasil simulasi.

- Domestik

Nilai uji t untuk GT kapal domestik memiliki parameter nilai :

✓ $df = 139$

✓ $t\text{-tabel} = 1,977177724$

✓ $t\text{-hitung} = 0,33$

Dari hasil tersebut terlihat bahwa $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$, sehingga kesimpulannya adalah gagal tolak H_0 . Dengan demikian tidak ada perbedaan yang signifikan antara data dengan hasil simulasi.

c. Jumlah Box yang Dibongkar

- Internasional

Nilai uji t untuk jumlah petikemas yang dibongkar dan dimuat dermaga internasional memiliki parameter nilai :

✓ $df = 105$

✓ $t\text{-tabel} = 1,982815274$

✓ $t\text{-hitung} = 0,56$

Dari hasil tersebut terlihat bahwa $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$, sehingga kesimpulannya adalah gagal tolak H_0 . Dengan demikian tidak ada perbedaan yang signifikan antara data dengan hasil simulasi.

Domestik

Nilai uji t untuk jumlah petikemas yang dibongkar dan dimuat dermaga domestik memiliki parameter nilai :

✓ $df = 100$

✓ $t\text{-hitung} = 0,27$

✓ $t\text{-tabel} = 1,983971519$

Dari hasil tersebut terlihat bahwa $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$, sehingga kesimpulannya adalah gagal tolak H_0 . Dengan demikian tidak ada perbedaan yang signifikan antara data dengan hasil simulasi.

d. Berthing Time

- Internasional

Nilai uji t untuk Berthing Time kapal internasional memiliki parameter nilai:

✓ $df = 98$

✓ $t\text{-tabel} = 1,984467455$

✓ $t\text{-hitung} = 0,08$

Dari hasil tersebut terlihat bahwa $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$, sehingga kesimpulannya adalah gagal tolak H_0 . Dengan demikian tidak ada perbedaan yang signifikan antara data dengan hasil simulasi.

Domestik

Nilai uji t untuk Berthing Time kapal domestik memiliki parameter nilai:

✓ $df = 111$

✓ $t\text{-tabel} = 1,981566757$

✓ $t\text{-hitung} = 0,97$

Dari hasil tersebut terlihat bahwa $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$, sehingga kesimpulannya adalah gagal tolak H_0 . Dengan demikian tidak ada perbedaan yang signifikan antara data dengan hasil simulasi.

e. Operting Time

- Internasional

Nilai uji t untuk Operating Time kapal internasional memiliki parameter nilai:

✓ $df = 98$

✓ $t\text{-tabel} = 1,984467455$

✓ $t\text{-hitung} = 0,15$

Dari hasil tersebut terlihat bahwa $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$, sehingga kesimpulannya adalah gagal tolak H_0 . Dengan demikian tidak ada perbedaan yang signifikan antara data dengan hasil simulasi.

- Domestik

Nilai uji t untuk Operating Time kapal domestik memiliki parameter nilai:

$$\checkmark \text{ df} = 122$$

$$\checkmark \text{ t-tabel} = 1,979599878$$

$$\checkmark \text{ t-hitung} = 0,87$$

Dari hasil tersebut terlihat bahwa $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$, sehingga kesimpulannya adalah gagal tolak H_0 . Dengan demikian tidak ada perbedaan yang signifikan antara data dengan hasil simulasi.

f. Box Ship Hour (BSH)

- Internasional

Nilai uji t untuk BSH kapal internasional memiliki parameter nilai:

$$\checkmark \text{ df} = 95$$

$$\checkmark \text{ t-tabel} = 1,985251004$$

$$\checkmark \text{ t-hitung} = 0,04$$

Dari hasil tersebut terlihat bahwa $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$, d sehingga kesimpulannya adalah gagal tolak H_0 . Dengan demikian tidak ada perbedaan yang signifikan antara data dengan hasil simulasi.

- Domestik

Nilai uji t untuk BSH kapal domestik memiliki parameter nilai:

$$\checkmark \text{ df} = 141$$

$$\checkmark \text{ t-tabel} = 1,976931489$$

$$\checkmark \text{ t-hitung} = 0,55$$

Dari hasil tersebut terlihat bahwa $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$, sehingga kesimpulannya adalah gagal tolak H_0 . Dengan demikian tidak ada perbedaan yang signifikan antara data dengan hasil simulasi.

g. Box Crane Hour (BCH)

- Internasional

Nilai uji t untuk BCH kapal internasional memiliki parameter nilai:

$$\checkmark \text{ df} = 104$$

$$\checkmark \text{ t-tabel} = 1,983037526$$

$$\checkmark \text{ t-hitung} = -0,64$$

Dari hasil tersebut terlihat bahwa $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$, sehingga kesimpulannya adalah gagal tolak H_0 . Dengan demikian tidak ada perbedaan yang signifikan antara data dengan hasil simulasi.

- Domestik

Nilai uji t untuk BCH kapal domestik memiliki parameter nilai:

✓ $df = 114$

✓ $t\text{-tabel} = 1,980992298$

✓ $t\text{-hitung} = 0,55$

Dari hasil tersebut terlihat bahwa $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$, sehingga kesimpulannya adalah gagal tolak H_0 . Dengan demikian tidak ada perbedaan yang signifikan antara data dengan hasil simulasi.

Hasil rekap dari nilai $t\text{-tabel}$, $t\text{-hitung}$ dan *degrees of freedom* ada pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4, sedangkan secara detailnya ada di Lampiran 7.

Tabel 4. 3 Uji T Internasional

INTERNASIONAL				
	T-Hitung	T-Tabel	Degrees of Freedom (DF)	KETERANGAN
LOA	0,57	1,983495259	102	GAGAL TOLAK H_0
GT	0,6	1,983495259	102	GAGAL TOLAK H_0
JUMLAH BOX	0,56	1,982815274	105	GAGAL TOLAK H_0
BERTHING TIME	0,08	1,984467455	98	GAGAL TOLAK H_0
OPERATING TIME	0,15	1,984467455	98	GAGAL TOLAK H_0
BSH	0,04	1,985251004	95	GAGAL TOLAK H_0
BCH	-0,64	1,983037526	104	GAGAL TOLAK H_0

Tabel 4. 4 Uji T Domestik

DOMESTIK				
	T-Hitung	T-Tabel	Degree of Freedom (DF)	KETERANGAN
LOA	0,37	1,977692277	135	GAGAL TOLAK H0
GT	0,33	1,977177724	139	GAGAL TOLAK H0
JUMLAH BOX	0,27	1,983971519	100	GAGAL TOLAK H0
BERTHING TIME	0,97	1,981566757	111	GAGAL TOLAK H0
OPERATING TIME	0,87	1,979599878	122	GAGAL TOLAK H0
BSH	0,55	1,976931489	141	GAGAL TOLAK H0
BCH	0,92	1,980992298	114	GAGAL TOLAK H0

Apabila dilihat nilai p-valuenya, beberapa parameter memiliki p-value $> 0,05$. Ringkasan nilai p-value internasional dan domestik dari beberapa parameter tergambar pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 dibawah ini

Tabel 4. 5 Nilai P-Value Internasional

INTERNASIONAL		
	p-Value	KETERANGAN
LOA	0,567	GAGAL TOLAK H0
GT	0,548	GAGAL TOLAK H0
JUMLAH BOX	0,576	GAGAL TOLAK H0
BERTHING TIME	0,935	GAGAL TOLAK H0
OPERATING TIME	0,879	GAGAL TOLAK H0
BSH	0,972	GAGAL TOLAK H0
BCH	0,622	GAGAL TOLAK H0

Tabel 4. 6 Nilai P-Value Domestik

DOMESTIK		
	p-Value	KETERANGAN
LOA	0,714	GAGAL TOLAK H0
GT	0,738	GAGAL TOLAK H0
JUMLAH BOX	0,789	GAGAL TOLAK H0
BERTHING TIME	0,335	GAGAL TOLAK H0
OPERATING TIME	0,388	GAGAL TOLAK H0
BSH	0,586	GAGAL TOLAK H0
BCH	0,361	GAGAL TOLAK H0

Dari hasil pengujian yang dilakukan menggunakan simulasi minitab, diketahui bahwa semua parameter baik internasional maupun domestik memiliki nilai p-value $> \alpha$ atau gagal tolak H0. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara data dari lapangan dengan hasil simulasi.

4.5.2 Menentukan Jumlah Replikasi

Untuk menghindari adanya sifat *randomness nature* dalam proses simulasi maka perlu dilakukan pengulangan (replikasi) dalam proses simulasi untuk mengurangi efek tingginya nilai varian (Kelton, et al., 2004). Dalam penelitian ini akan dicari minimum replikasi untuk mengetahui replikasi minimum yang diharuskan untuk mendapatkan hasil yang representative. Minimum replikasi dicari dengan menentukan nilai replikasi dengan persamaan

$$\frac{t_{\alpha/2, R-1}^2 S_0^2}{e^2}$$

Berdasarkan persamaan diatas dicari nilai minimal replikasi yang memiliki nilai repilkasi $<$ nilai R. Berdasarkan Tabel 4.7, nilai replikasi minimal paling besar adalah 10 kali. Dalam penelitian menggunakan 12

replikasi untuk semua parameter dengan demikian sudah memenuhi jumlah minimum replikasi untuk semua parameter.

Tabel 4. 7 Minimal Replikasi

	Internasional		Domestik	
	Nilai $t(\alpha/2, R-1)$	Minimum Replikasi	Nilai $t(\alpha/2, R-1)$	Minimum Replikasi
LOA	2,446911851	7	2,776445105	5
GT	2,446911851	7	2,570581836	6
Jumlah Box	2,446911851	7	3,182446305	4
Berthing Time	2,364624252	8	2,776445105	5
Operational Time	2,306004135	9	2,776445105	5
BSH	2,262157163	10	2,776445105	5
BCH	2,446911851	7	3,182446305	4

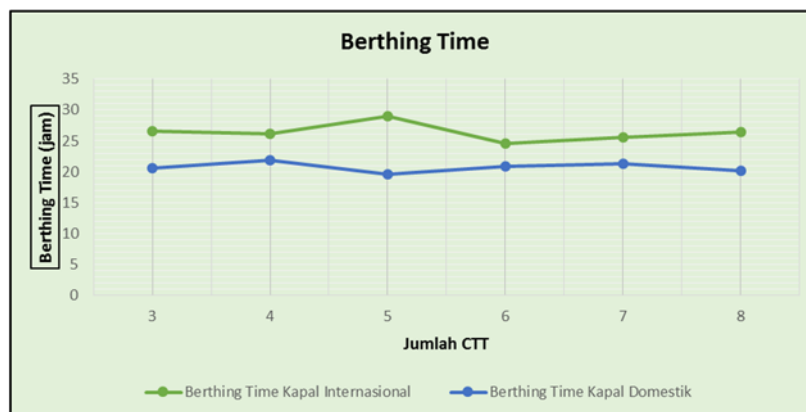
BAB V

ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab ke lima ini, akan dilakukan analisis terhadap data yang diperoleh dari hasil simulasi. Beberapa hasil dari simulasi dihubungkan dengan parameter operasional seperti, *berthing time*, *operation time*, *Box Ship Hour* (BSH), *Box Crane Hour* (BCH), utilitas peralatan (STS dan CT) serta lamanya antrian CTT akan dibahas dalam bab ini.

5.1 Berthing Time

Berthing time merupakan lamanya waktu suatu kapal sandar di dermaga. Dihitung dari mulai kapal sandar sampai kapal tersebut lepas tali. Semakin cepat durasi *berthing time* per kapal maka utilitas dermaga akan semakin meningkat. Berdasarkan hasil simulasi, nilai *berthing time* diperoleh bahwa nilai *berthing time* paling rendah tercapai ketika menggunakan 6 unit CTT pada dermaga internasional dengan lama *berthing time* rata-rata selama 24,52 jam. dermaga domestik *berthing time* terendah diperoleh ketika menggunakan 5 unit CTT dengan lama *berthing time* rata-rata selama 19,57 jam. Namun waktu *berthing time* yang cepat ini tidak menggambarkan bahwa proses bongkar muat efisien, hal ini bisa saja terjadi karena jumlah petikemas yang dibongkar berjumlah sedikit. Sehingga *Berthing time* ini tidak menjadi acuan utama dalam penentuan jumlah CTT.

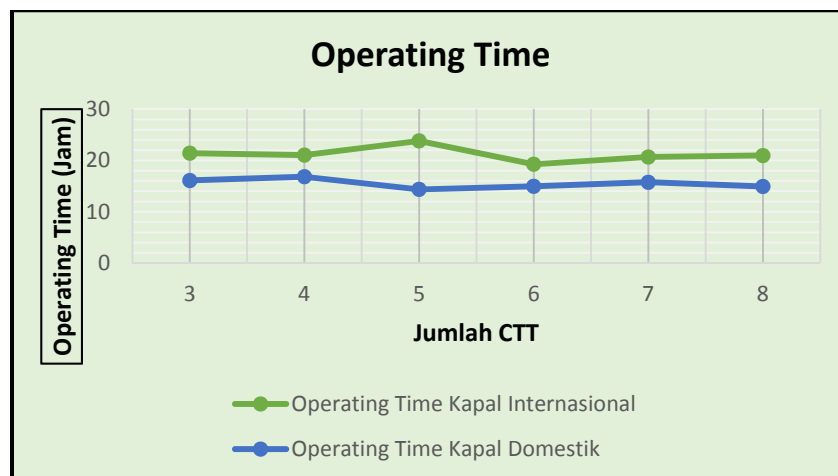


Gambar 5. 1 Berthing Time

Perubahan jumlah CTT memiliki nilai korelasi negatif dengan *berthing time* kapal internasional. Korelasi negatif berarti antara jumlah CTT dan *berthing time* memiliki hubungan yang berkebalikan. Nilai korelasinya hanya berkisar 25,6% (rendah) sedangkan untuk kapal domestik memiliki nilai korelasi negatif dengan nilai 20,4% (rendah). Korelasi rendah ini berarti *berthing time* dengan jumlah CTT memiliki hubungan yang rendah atau bahkan tidak berhubungan.

5.2 Operating Time

Operating time merupakan lamanya operasi bongkar muat suatu kapal. Dihitung dari pertama kali petimeas dibongkar sampai dengan petikemas terakhir yang dimuat. Semakin cepat durasi *operating time* per kapal maka proses operasi semakin efektif. Berdasarkan hasil simulasi, nilai *operating time* diperoleh bahwa nilai *operating time* paling rendah tercapai ketika menggunakan 6 unit CTT pada dermaga internasional dengan lama *operating time* rata-rata selama 19,25 jam. Nilai *operating time* ini merupakan nilai rata-rata dari seluruh proses. Untuk dermaga domestik *operating time* terendah diperoleh ketika menggunakan 5 unit CTT dengan lama *operating time* rata-rata selama 14,35 jam.

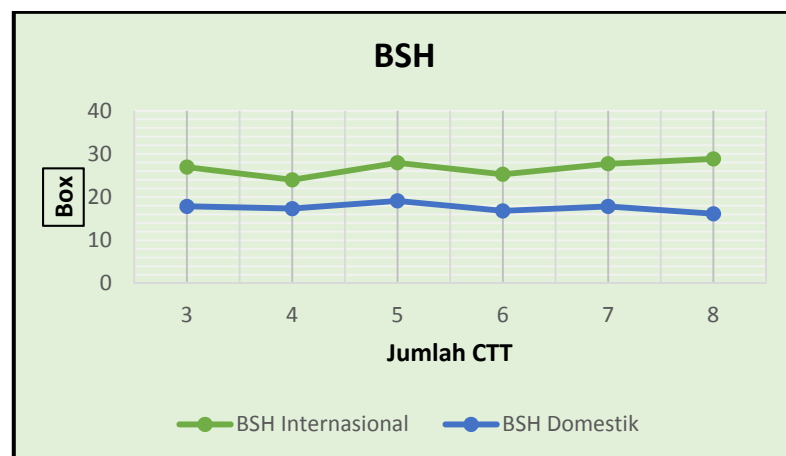


Gambar 5. 2 Operating Time

Perubahan jumlah CTT memiliki nilai korelasi negatif dengan *operating time* kapal internasional. Korelasi negatif berarti antara jumlah CTT dan *operating time* memiliki hubungan yang berkebalikan. Nilai korelasinya hanya berkisar 28,2% (rendah) sedangkan untuk kapal domestik memiliki nilai korelasi negatif dengan nilai 49,8% (cukup rendah). Korelasi rendah ini berarti *operating time* dengan jumlah CTT memiliki hubungan yang rendah atau bahkan tidak berhubungan.

5.3 Box Ship Hour (BSH)

BSH adalah suatu indikator yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja pelayan kapal. BSH menggambarkan banyaknya petikemas yang dibongkar oleh STS per jam. Dengan nilai BSH yang tinggi berarti pelayan terhadap satu buah kapal adalah cepat. Indikator ini lebih ditunjukkan untuk kepentingan pihak pelayaran, karena semakin tinggi nilai BSH berarti waktu pelayanan menjadi semakin pendek yang tentu saja akan mempengaruhi waktu sandar dan juga ongkos yang harus mereka keluarkan.



Gambar 5. 3 Box Ship Per Hour (BSH)

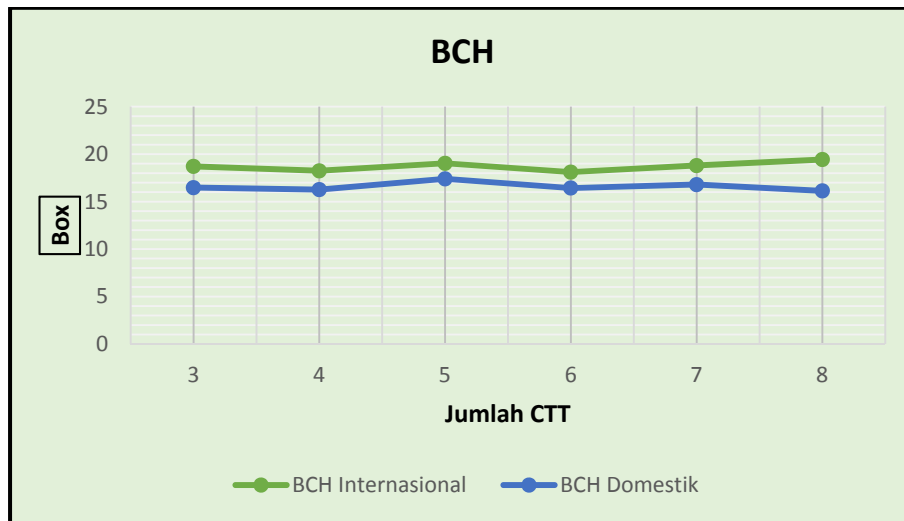
Pada penelitian ini BSH menjadi salah satu parameter yang diamati untuk melihat respon terhadap berubahnya jumlah CTT yang digunakan. Berdasarkan hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai BSH untuk kapal internasional diperoleh ketika jumlah CTT adalah 8 unit yaitu 28,84 jam. Namun melihat indikator yang

lain, maka pemelihan 8 unit CTT tidak mungkin dilakukan, karena untuk parameter yang lain menunjukkan nilai yang kurang bagus. Nilai tertinggi kedua adalah ketika CTT yang digunakan adalah 5 unit CTT. BSH ketika menggunakan 5 unit adalah 27,94 jam. Nilai BSH untuk kapal domestik tertinggi dicapai ketika jumlah CTT yang digunakan adalah 5 unit dengan nilai BSH sebesar 19,12 jam.

Perubahan jumlah CTT memiliki nilai korelasi positif dengan BSH kapal internasional. Korelasi positif berarti antara jumlah CTT dan jumlah box yang akan dibongkar atau dimuat memiliki hubungan yang searah. Nilai korelasinya berkisar 52,8% (cukup rendah) sedangkan untuk kapal domestik memiliki nilai korelasi negatif dengan nilai 49,2% (cukup rendah). Korelasi rendah ini berarti BSH dengan jumlah CTT memiliki hubungan yang cukup, sehingga bisa sebagai acuan penentuan CTT walaupun belum yang paling utama.

5.4 Box Crane Hour (BCH)

BCH artinya banyaknya box petikemas yang dipindahkan oleh STS dalam waktu satu jam. Parameter BCH biasa digunakan untuk mengukur kinerja internal dari terminal petikemas. BCH sangat dipengaruhi oleh kemampuan operator, kemampuan alat dan kondisi alat ketika digunakan. Hubungannya dengan perubahan jumlah CTT dengan BCH, dari gambar 5.4, dapat dilihat bahwa untuk kapal internasional BCH tertinggi tercapai ketika jumlah CTT 8 unit dengan nilai 19,43 jam. Sama seperti BSH, ketika kita menentukan jumlah CTT 8 unit, maka untuk parameter yang lain memiliki nilai yang kurang baik. Nilai terbesar kedua adalah ketika jumlah CTT adalah 5 unit dengan nilai sebesar 19,03 jam. Nilai BCH untuk kapal domestik tertinggi dicapai ketika jumlah CTT yang digunakan adalah 5 unit dengan nilai BSH sebesar 17,39 jam.



Gambar 5. 4 Box Crane Per Hour (BCH)

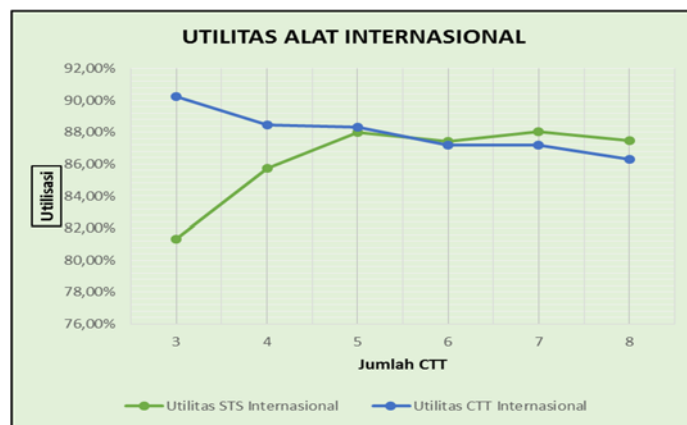
Perubahan jumlah CTT memiliki nilai korelasi positif dengan BCH kapal internasional. Korelasi positif berarti antara jumlah CTT dan jumlah box yang akan dibongkar atau dimuat memiliki hubungan yang searah. Nilai korelasinya berkisar 47,4% (cukup rendah) sedangkan untuk kapal domestik memiliki nilai korelasi negatif dengan nilai 13% (sangat rendah). Korelasi rendah ini berarti BCH dengan jumlah CTT memiliki hubungan yang cukup (internasional) dan rendah (domestik), sehingga bisa sebagai acuan penentuan CTT walaupun belum yang paling utama.

5.5 Utilitas Peralatan

Dalam penelitian ini, penentuan jumlah CTT yang digunakan parameter yang digunakan salah satunya adalah utilitas STS dan utilitas CTT. Utilitas yang dihitung adalah utilitas dimulai dari mulai kapal sandar sampai dengan kapal pergi. Nilai utilitas akan dilihat komposisi antara utilitas keduanya yang paling optimal dari beberapa skenario jumlah CTT. Utilitas yang akan dimaksimalkan adalah utilitas dari STS karena secara prosedur dilapangan, utilitas STS harus dibuat semaksimal mungkin, tetapi juga harus memperhatikan utilitas alat yang lainnya, seperti CTT. Untuk utilitas CTT menyesuaikan kebutuhan sesuai dengan yang dibutuhkan untuk melayani STS

5.5.1 Utilitas STS dan CTT Dermaga Internasional

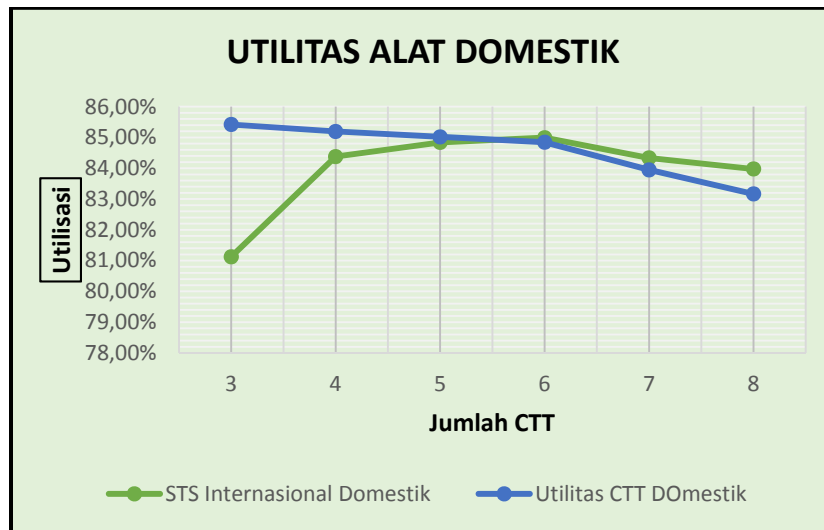
Utilitas STS dan CTT untuk dermaga internasional tergambar secara grafik pada Gambar 5.5. Dari hasil simulasi didapatkan, nilai utilitas STS Internasional paling tinggi tercapai ketika menggunakan 5 unit CTT dengan nilai 88%. Untuk nilai utilitas CTT Internasional paling tinggi ketika menggunakan 3 unit CTT dengan nilai 90,24%. Namun apabila kita menggunakan 3 unit CTT maka nilai utilitas STS akan menurun dan memungkinkan STS akan terjadi idle atau menunggu CTT sehingga penggunaan 3 unit CTT tidak mungkin dipilih.



Gambar 5. 5 Grafik Utilitas STS dan CTT Dermaga Internasional

5.5.2 Utilitas STS dan CTT Dermaga Domestik

Utilitas STS dan CTT untuk dermaga domestik tergambar secara grafik pada Gambar 5.6. Dari hasil simulasi didapatkan, nilai utilitas STS domestik paling tinggi tercapai ketika menggunakan 6 unit CTT dengan nilai 84,99%. Untuk nilai utilitas CTT Internasional paling tinggi ketika menggunakan 3 unit CTT dengan nilai 85,42%.

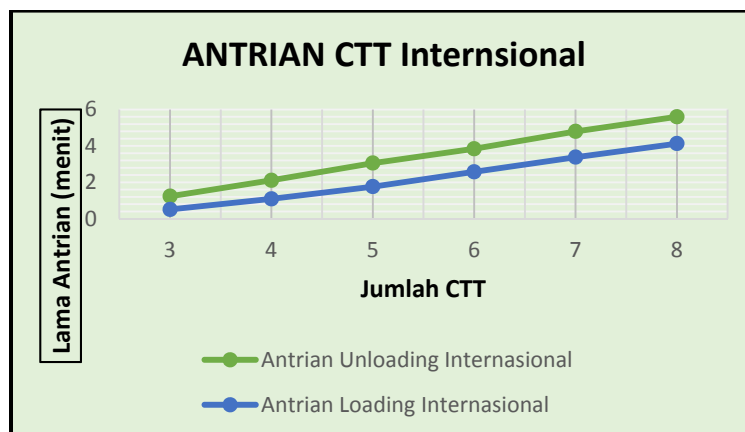


Gambar 5. 6 Grafik Utilitas STS dan CTT Dermaga Domestik

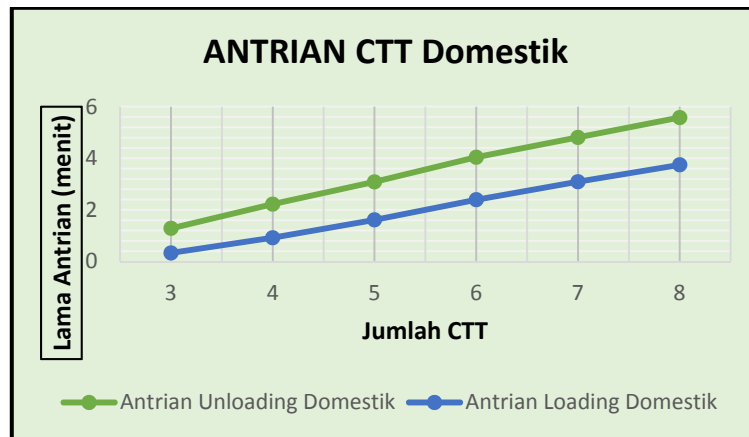
Berdasarkan hasil simulasi kombinasi yang paling menguntungkan adalah ketika menggunakan 5 unit CTT karena nilai utilisasi STS terhitung tinggi dan utiliasi CTT juga tinggi dengan nilai 84,84% dan 85,02%. Nilai pemilihan utilitas ini adalah pilih yang terbaik, artinya ketika jumlah CTT kecil maka utilitas CTT akan tinggi, tetapi utilitas STS akan rendah. Sebaliknya, apabila menggunakan CTT dalam jumlah yang banyak maka utilitas STS akan lebih tinggi sedangkan utilisasi CTT akan rendah.

5.6 Antrian CTT

Salah satu parameter yang digunakan untuk pertimbangan penentuan jumlah CTT adalah lamanya waktu antrian CTT di sisi STS. Waktu antrian ada 2 yaitu waktu antrian loading dan waktu antrian unloading.



Gambar 5. 7 Waktu Antrian CTT Internasional



Gambar 5. 8 Waktu Antrian CTT Domestik

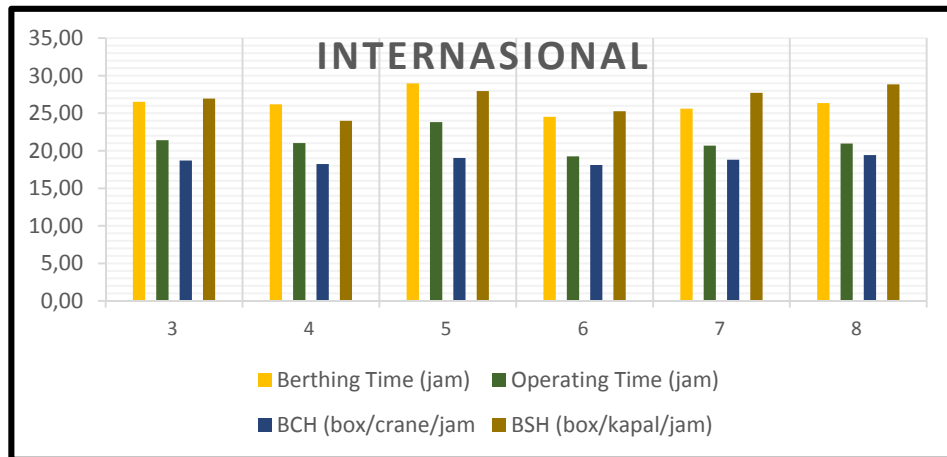
Dari Gambar 5.7 dan gambar 5.8 terlihat bahwa semakin banyak jumlah CTT maka lama antrian akan semakin lama. Lamanya waktu antrian ini tidak menjadi parameter pemilihan CTT yang utama hanya sebagai salah satu faktor sebagai pertimbangan. Antrian dermaga internasional CTT paling lama tercapai ketika menggunakan 8 unit CTT. Lamanya sekitar 5,6 menit untuk unloading sedangkan untuk loading sekitar 4,1 menit. Tercepat ketika menggunakan 3 unit CTT yaitu 1,2 menit untuk unloading sedangkan untuk loading sekitar 0,5 menit. Antrian dermaga domestik CTT paling lama tercapai ketika menggunakan 8 unit CTT. Lamanya sekitar 5,57 menit untuk unloading sedangkan untuk loading sekitar 3,7 menit. Tercepat ketika menggunakan 3 unit CTT yaitu 1,2 menit untuk unloading sedangkan untuk loading sekitar 0,3 menit

5.7 Penentuan Jumlah CTT

Setelah melihat data hasil simulasi per parameter, selanjutnya adalah menentukan skenario jumlah CTT yang akan dipilih berdasarkan hasil-hasil tersebut. Dari semua parameter yang telah didapat, tidak semua parameter menjadi penentuan jumlah CTT. Parameter yang paling utama penentuan jumlah CTT adalah utilitas dari alat baik itu CTT maupun STS. Utilitas CTT dan STS haruslah proporsional dalam arti jangan sampai adanya ketimpangan antara satu dengan yang lain, tetapi juga harus melihat faktor pengoperasionalkan di lapangan.

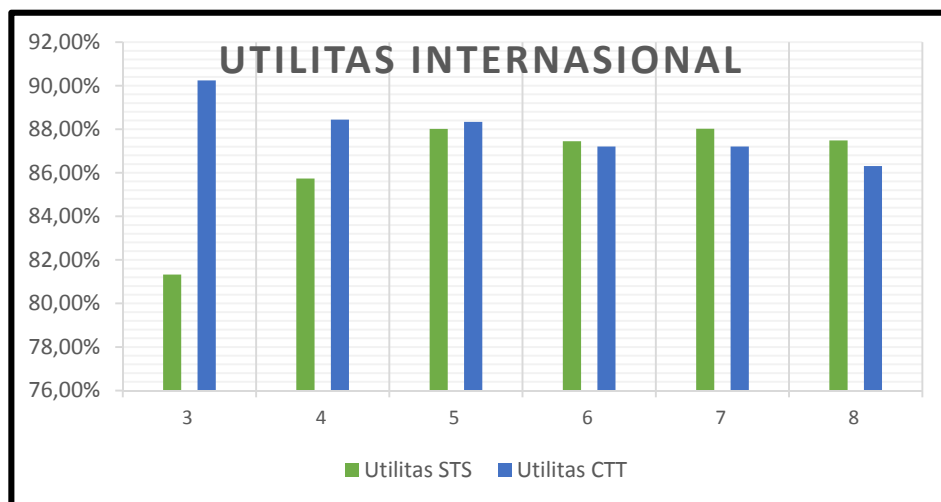
a. Dermaga Internasional

Pada dermaga internasional terdapat 2 unit STS yang beroperasi. Skenario jumlah CTT dari parameter Berthing Time, Operating Time, BCH dan BSH tergambar pada Gambar 5.8. Sedangkan untuk utilitas alat tergambar pada Gambar 5.9.



Gambar 5. 9 Rekap Dermaga Internasional

Utilitas pada penelitian ini adalah utilitas alat dimuali dari kapal sandar sampai dengan kapal itu pergi. Utilitas yang dihitung bukanlah utilitas alat secara total, utilitas disini tanpa memperhatikan waktu maintenance dari alat.



Gambar 5. 10 Utilitas STS dan CTT Internsaional

Skenario pertama dengan menggunakan 3 unit CTT. Pada skenario ini lamanya rata-rata waktu sandar (berthing time) adalah 26,53 jam, sedangkan untuk operating time nilai rata-ratanya adalah 21,41 jam. Nilai BCH adalah 18,71 box per crane per jam yang berhasil diangkut oleh crane. Nilai BSH adalah 26,95 box/ship/jam. Utilitas alat yang tercatat adalah 81,33% untuk STS dan 90,24% untuk CTT. Skenario ini tidak akan digunakan karena nilai parameter-parameter yang dihasilkan belum optimal. Utilitas STS masih rendah dibanding skenario yang lain. Ada kemungkinan bahwa STS akan menunggu CTT karena utilitas STS terlalu kecil jika dibandingkan dengan utilitas STS. Aturan penentuan jumlah CTT adalah maksimalkan nilai utilitas dari STS. STS dalam bekerja tidak boleh menunggu datangnya CTT sedangkan jumlah CTT mengikuti nilai maksimal utilitas STS.

Skenario kedua dengan menggunakan 4 unit CTT. Pada skenario ini lamanya rata-rata waktu sandar (berthing time) adalah 26,19 jam, sedangkan untuk operating time nilai rata-ratanya adalah 21,03 jam. Nilai BCH adalah 18,24 box per crane per jam yang berhasil diangkut oleh crane. Nilai BSH adalah 24,00 box/ship/jam. Utilitas alat yang tercatat adalah 85,74% untuk STS dan 88,44% untuk CTT. Pada skenario ini utilitas STS masih belum maksimal, dan masih ada resiko STS untuk menunggu CTT.

Skenario ketiga dengan menggunakan 5 unit CTT. Pada skenario ini lamanya rata-rata waktu sandar (berthing time) adalah 28,98 jam, sedangkan untuk operating time nilai rata-ratanya adalah 23,81 jam. Nilai BCH adalah 19,03 box per crane per jam yang berhasil diangkut oleh crane. Nilai BSH adalah 27,94 box/ship/jam. Utilitas alat yang tercatat adalah 88,01% untuk STS dan 85,84% untuk CTT. Skenario ini merupakan skenario terbaik pada dermaga internasional. Nilai utilitas dari STS dan CTT sudah sama-sama tinggi dan nilai STS. Parameter BSH dan BCH juga termasuk tinggi dari semua skenario yang disimulasikan.

Skenario keempat dengan menggunakan 6 unit CTT. Pada skenario ini lamanya rata-rata waktu sandar (berthing time) adalah 24,52 jam, sedangkan untuk operating time nilai rata-ratanya adalah 19,25 jam. Nilai BCH adalah 18,1 box per crane per jam yang berhasil diangkut oleh crane. Nilai BSH adalah 25,27 box/ship/jam. Utilitas alat yang tercatat adalah 87,44% untuk STS dan 84,99%

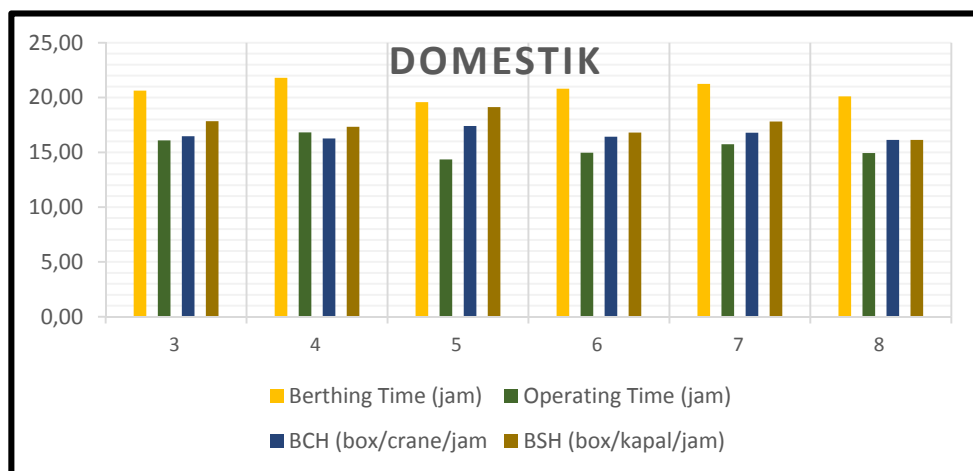
untuk CTT. Skenario ini menjadi skenario terbaik kedua, karena beberapa parameter disini juga masih terhitung baik. Nilai utilitas, BCH dan BSH masih baik.

Skenario kelima atau skenario eksisting dengan menggunakan 7 unit CTT. Pada skenario ini lamanya rata-rata waktu sandar (berthing time) adalah 25,59 jam, sedangkan untuk operating time nilai rata-ratanya adalah 20,68 jam. Nilai BCH adalah 18,79 box per crane per jam yang berhasil diangkut oleh crane. Nilai BSH adalah 25,71 box/ship/jam. Utilitas alat yang tercatat adalah 88,02% untuk STS dan 87,20% untuk CTT.

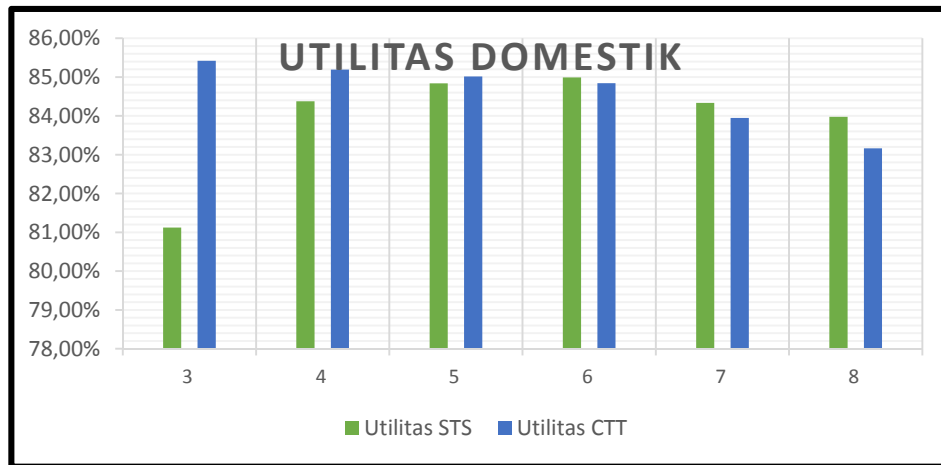
Skenario keenam dengan menggunakan 8 unit CTT. Pada skenario ini lamanya rata-rata waktu sandar (berthing time) adalah 26,36 jam, sedangkan untuk operating time nilai rata-ratanya adalah 20,97 jam. Nilai BCH adalah 19,43 box per crane per jam yang berhasil diangkut oleh crane. Nilai BSH adalah 28,84 box/ship/jam. Utilitas alat yang tercatat adalah 87,49% untuk STS dan 86,30% untuk CTT. Pada skenario ini nilai BSH dan BCH adalah yang paling tinggi. Walaupun demikian, skenario keenam ini tidak layak digunakan karena jumlah CTT yang digunakan terlalu banyak sehingga antrian akan semakin lama dan kurang efisien.

b. Dermaga Domestik

Pada dermaga internasional terdapat 3 unit STS yang beroperasi. Skenario jumlah CTT dari parameter berthing time, operating time, BCH dan BSH tergambar pada Gambar 5.11. Sedangkan untuk utilitas alat tergambar pada Gambar 5.12.



Gambar 5. 11 Rekap Dermaga Domestik



Gambar 5. 12 Utilitas STS dan CTT Domestik

Skenario pertama dengan menggunakan 3 unit CTT. Pada skenario ini lamanya rata-rata waktu sandar (berthing time) adalah 20,63 jam, sedangkan untuk operating time nilai rata-ratanya adalah 16,09 jam. Nilai BCH adalah 16,47 box per crane per jam yang berhasil diangkut oleh crane. Nilai BSH adalah 17,84 box/ship/jam. Utilitas alat yang tercatat adalah 81,12% untuk STS dan 85,42% untuk CTT. Skenario ini tidak akan digunakan karena nilai parameter-parameter yang dihasilkan belum optimal. Utilitas STS masih rendah dibanding skenario yang lain.. Aturan penentuan jumlah CTT adalah maksimalkan nilai utilitas dari STS. STS dalam bekerja tidak boleh menunggu datangnya CTT sedangkan jumlah CTT mengikuti nilai maksimal utilitas STS.

Skenario kedua dengan menggunakan 4 unit CTT. Pada skenario ini lamanya rata-rata waktu sandar (berthing time) adalah 21,81 jam, sedangkan untuk operating time nilai rata-ratanya adalah 16,83 jam. Nilai BCH adalah 16,26 box per crane per jam yang berhasil diangkut oleh crane. Nilai BSH adalah 17,33 box/ship/jam. Utilitas alat yang tercatat adalah 84,38% untuk STS dan 85,19% untuk CTT. Pada skenario ini utilitas STS masih belum maksimal, dan masih ada resiko STS untuk menunggu CTT.

Skenario ketiga dengan menggunakan 5 unit CTT. Pada skenario ini lamanya rata-rata waktu sandar (berthing time) adalah 19,57 jam, sedangkan untuk operating time nilai rata-ratanya adalah 14,36 jam. Nilai BCH adalah 17,40 box per crane per

jam yang berhasil diangkut oleh crane. Nilai BSH adalah 19,13 box/ship/jam. Utilitas alat yang tercatat adalah 84,84% untuk STS dan 52,02% untuk CTT. Skenario ini merupakan skenario terbaik pada dermaga domestik. Nilai utilitas dari STS dan CTT sudah sama-sama tinggi dan nilai STS. Parameter BSH dan BCH juga termasuk tinggi dari semua skenario yang disimulasikan.

Skenario keempat dengan menggunakan 6 unit CTT. Pada skenario ini lamanya rata-rata waktu sandar (berthing time) adalah 20,81 jam, sedangkan untuk operating time nilai rata-ratanya adalah 14,96 jam. Nilai BCH adalah 16,43 box per crane per jam yang berhasil diangkut oleh crane. Nilai BSH adalah 16,80 box/ship/jam. Utilitas alat yang tercatat adalah 84,99% untuk STS dan 84,84% untuk CTT. Skenario ini menjadi skenario terbaik kedua, karena beberapa parameter disini juga masih terhitung baik. Nilai utilitas, BCH dan BSH masih baik.

Skenario kelima atau skenario eksisting dengan menggunakan 7 unit CTT. Pada skenario ini lamanya rata-rata waktu sandar (berthing time) adalah 21,24 jam, sedangkan untuk operating time nilai rata-ratanya adalah 15,75 jam. Nilai BCH adalah 16,79 box per crane per jam yang berhasil diangkut oleh crane. Nilai BSH adalah 17,82 box/ship/jam. Utilitas alat yang tercatat adalah 84,33% untuk STS dan 83,95% untuk CTT.

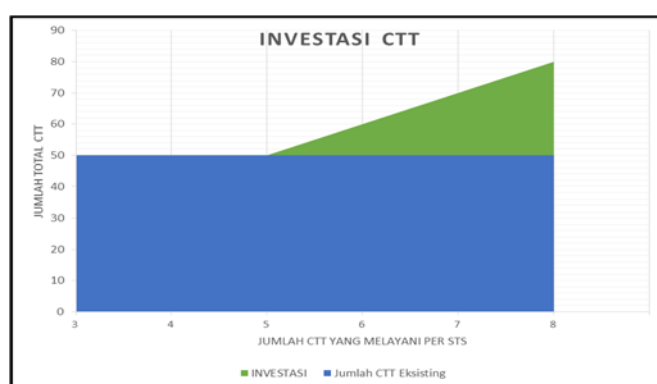
Skenario keenam dengan menggunakan 8 unit CTT. Pada skenario ini lamanya rata-rata waktu sandar (berthing time) adalah 20,11 jam, sedangkan untuk operating time nilai rata-ratanya adalah 14,93 jam. Nilai BCH adalah 16,13 box per crane per jam yang berhasil diangkut oleh crane. Nilai BSH adalah 16,13 box/ship/jam. Utilitas alat yang tercatat adalah 83,98% untuk STS dan 83,16% untuk CTT.

Dari sisi analisis terhadap kebijakan investasi Terminal Teluk Lamong, jumlah nilai CTT yang paling optimal adalah ketika menggunakan 5 unit CTT per STS. Pada fase pengembangan selanjutnya PT TTL akan menambah 5 unit STS, sehingga total ada 10 unit STS. Apabila melihat jumlah CTT yang tersedia saat ini yaitu 50 unit CTT maka ketika kita menggunakan skenario ketiga yaitu menggunakan 5 unit CTT per STS maka jumlah CTT yang diperlukan adalah 50 unit. Dengan demikian PT Terminal Teluk Lamong tidak memerlukan tambahan

investasi untuk pembelian CTT yang baru. Secara lengkap jumlah tambahan investasi yang diperlukan untuk pembelian CTT tergambar pada Tabel 5.1

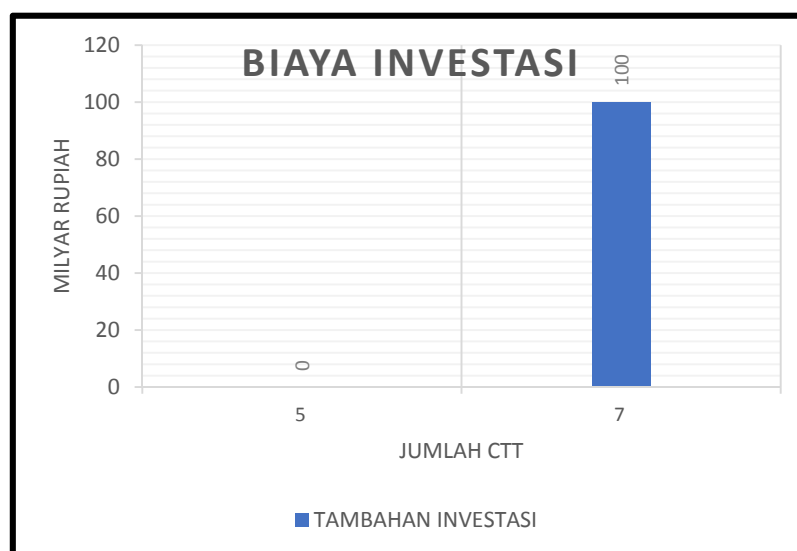
Tabel 5. 1 Analisis Investasi CTT

Total STS	Jumlah CTT Eksisting	Jumlah CTT per CTT											
		3		4		5		6		7		8	
		Dibutuhkan	Kekurangan	Dibutuhkan	Kekurangan	Dibutuhkan	Kekurangan	Dibutuhkan	Kekurangan	Dibutuhkan	Kekurangan	Dibutuhkan	Kekurangan
10	50	30	+20	40	+10	50	+0	60	-10	70	-20	80	-30
Nilai Investasi		0		0		0		Rp 50 M		Rp 100 M		Rp 150 M	



Gambar 5. 13 Jumlah Tambahan CTT

Berdasarkan Gambar 5.13 ketika STS di PT Teluk Lamong menjadi 10, maka terlihat bahwa perlu adanya tambahan CTT (warna hijau). Tambahan jumlah CTT ini pastinya memerlukan tambahan biaya. Tambahan jumlah CTT yang diperlukan ketika menggunakan skenario eksisting (7 unit CTT melayani 1 nit STS) adalah sebanyak 20 unit CTT dengan nilai investasi sebesar Rp 100.000.000.000,00. Nilai sebesar ini merupakan *opportunity loss* yang mungkin terjadi ketika Terminal Teluk Lamong tetap menggunakan skenario eksisting. Seandainya menggunakan skenario perbaikan yaitu menggunakan 5 unit CTT per STS, maka nilai *opportunity loss* bisa dikurangi menjadi 0. Hal ini dikarenakan, manajemen PT Terminal Teluk Lamong tidak memerlukan tambahan investasi untuk penambahan CTT.



Gambar 5. 14 Tambahan Biaya Investasi

Dari hasil analisis diatas dapat disimpulkan bahwa skenario dengan menggunakan 5 unit CTT adalah skenario terbaik diantara skenario-skenario lainnya. Dengan menggunakan 5 unit CTT nilai utiliasi dari STS dan CTT mencapai hasil yang paling optimal. Dilihat dari nilai BCH, apabila menggunakan 5 unit CTT termasuk BCH yang paling tinggi. Apabila BCH tinggi berarti waktu bongkar dan muat petikemas semakin cepat sehingga akan meningkatkan efisiensi dari kinerja terminal petikemas.

Dari sisi sisi BSH juga apabila menggunakan 5 unit CTT menghasilkan nilai yang paling baik. Hal ini menandakan bahwa pelayanan bongkar muat terhadap kapal paling baik ketika menggunakan 5 unit CTT. Dengan cepatnya pelayanan bongkar muat kapal, maka kepercayaan konsumen terhadap terminal akan meningkat.

Selain itu alasan diatas, apabila kita menggunakan skenario ketiga atau menggunakan 5 unit CTT per STS maka PT TTL tidak perlu melakukan investasi tambahan lagi terhadap jumlah CTT karena jumlah CTT eksisting sudah mencukupi. Apabila menggunakan jumlah CTT lebih dari 5, maka harus harus menambah investasi baru untuk membeli CTT sehingga semua STS dapat terlayani.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab keenam ini merupakan bab yang berisi kesimpulan dan saran untuk menjawab tujuan penelitian.

6.1 Kesimpulan

Dari keseluruhan penelitian yang dilakukan penulis, dapat disimpulkan bahwa:

1. Model simulasi sistem bongkar muat petikemas di Terminal Teluk Lamong yang paling efektif adalah menggunakan 5 unit jumlah CTT baik untuk dermaga internasional maupun dermaga domestik.
2. Jumlah CTT yang paling efektif adalah menggunakan 5 unit CTT. Untuk dermaga internasional lamanya rata-rata waktu sandar (berthing time) adalah 28,98 jam, sedangkan untuk operating time nilai rata-ratanya adalah 23,81 jam. Nilai BCH adalah 19,03 box per crane per jam yang berhasil diangkut oleh crane. Nilai BSH adalah 27,94 box/ship/jam. Utilitas alat yang tercatat adalah 88,01% untuk STS dan 85,84% untuk CTT. Rata-rata antrian CTT saat unloading sekitar 3,05 menit dan 1,7 menit saat loading. Untuk dermaga domestik lamanya rata-rata waktu sandar (berthing time) adalah 19,57 jam, sedangkan untuk operating time nilai rata-ratanya adalah 14,36 jam. Nilai BCH adalah 17,40 box per crane per jam yang berhasil diangkut oleh crane. Nilai BSH adalah 19,13 box/ship/jam. Utilitas alat yang tercatat adalah 84,84% untuk STS dan 52,02% untuk CTT. Rata-rata antrian CTT saat unloading sekitar 3,08 menit dan 1,6 menit saat loading.
3. Ketika menggunakan 5 unit CTT, maka tidak perlu melakukan tambahan investasi untuk membeli CTT baru saat STS yang dimiliki Terminal Teluk Lamong menjadi 10 unit. Jumlah eksisting CTT saat ini yaitu 50 unit, sudah mampu untuk melayani 10 unit STS.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan penulis diantaranya:

1. Perlu dibuat suatu model yang mencakup seluruh proses bongkar muat tidak hanya di sisi dermaga-CY saja, tetapi termasuk sistem CY-Gate out. Hal ini perlu dilakukan agar manajemen mampu melihat seluruh komponen-komponen yang mempengaruhi sistem terminal petikemas agar bisa dilakukan perbaikan.
2. PT Terminal Teluk Lamong dapat mengimplementasikan hasil dari penelitian ini dengan mengurangi jumlah CTT yang digunakan untuk melayani STS.
3. Perlunya melakukan sistem simulasi yang lebih detail untuk mengakomodasi beberapa parameter yang masih belum diakomodasi pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

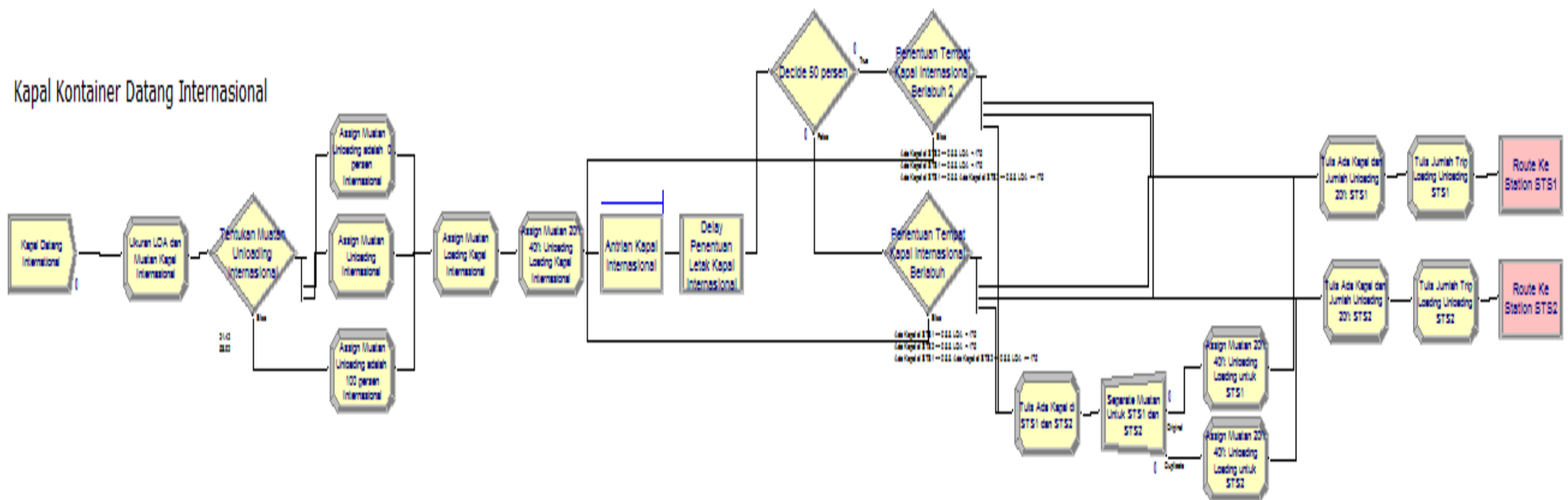
- Adam, Ivana Irene [2015], Simulation of AGV Dispatching in Teluk Lamong Container Terminal. Tugas Akhir, Magister Manajemen Teknologi.
- Direksi PT Pelabuhan Indonesia I, II, III dan IV (Persero), 2009. Manajemen Kepelabuhanan. Jakarta, Indonesia.
- Groebner, David F., Patrick W. Shannon, Philip C. Fry, 2014. Business Statistics A Decision-Making Approach, Ninth Edition, Pearson, USA.
- Kelton, W. D., R.P Sadowski, D. P. Sadowski [1998], Simulation with Arena, WCB McGraw-Hill, Inc., USA.
- Kelton, W. D., R.P Sadowski, D. P. N. B. Zupick [2015], Simultion with Arena, WCB McGraw-Hill, Inc. 6th edition, USA.
- Khoshnevis, Behrok [1994], Discrete System Simulatin, McGraw-Hill, Inc., USA.
- Maria, Anu [1997], Introduction to Modeling and Simulation, Proceedings od the 1997 Winter Simulation Conference, ed. S. Andradottir, K. J. Healy, D. H. Withers, and B. L. Nelson
- PT Pelindo III, 2015. Laporan Evaluasi RJPP 2015, Surabaya, Indonesia
- Uktolseya, Hanny [2004], Simulasi Sistem Bongkar Muat Petikemas di Jakarta International Container Terminal. Tugas Akhir. Tugas Akhir, Magister Manajemen Teknologi.
- UNCTAD 2014. Review of Maritime Transport 2014. Geneva, Switzerland

(halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1 :

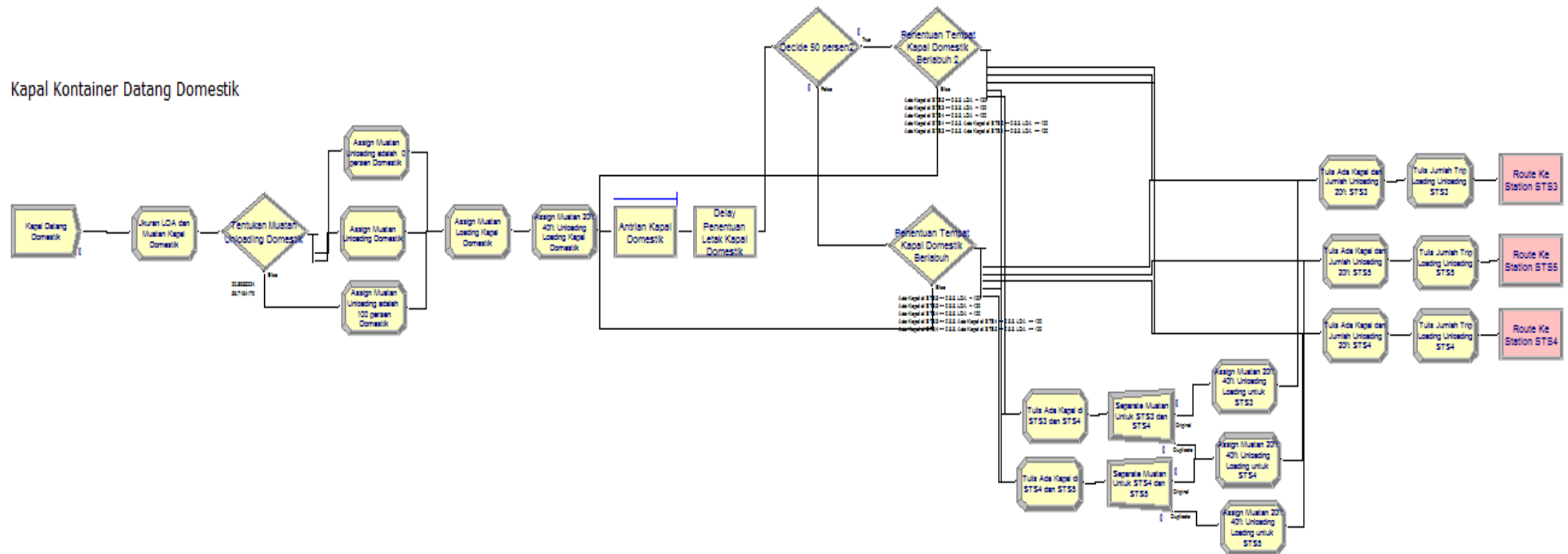
- Logika Pemodelan Kedatangan Kapal Internasional



Lampiran 2:

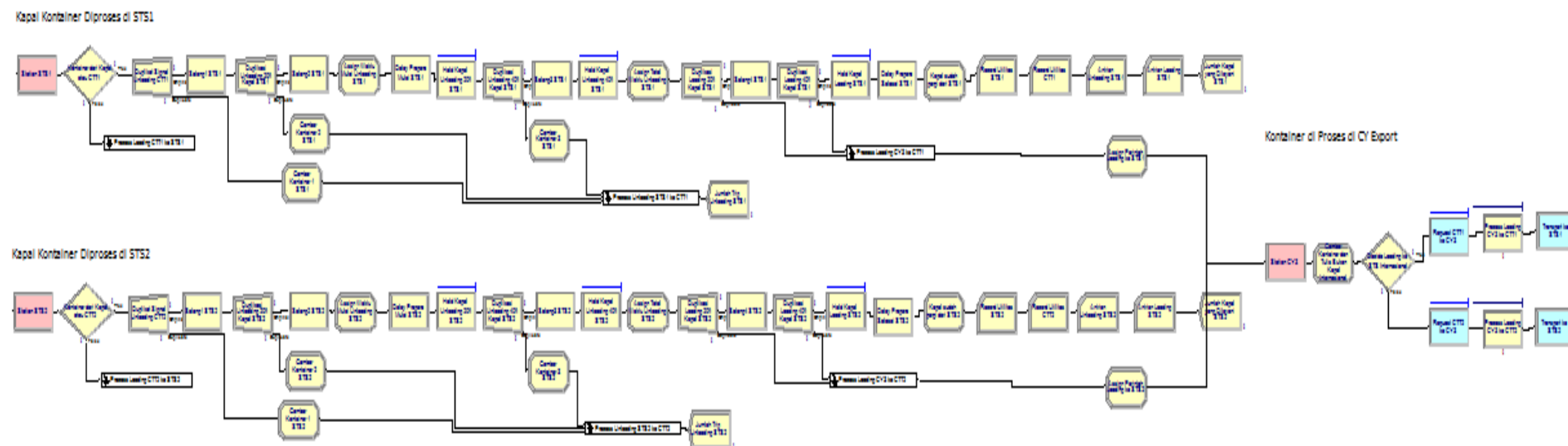
- Logika Pemodelan Kedatangan Kapal Domestik

Kapal Kontainer Datang Domestik

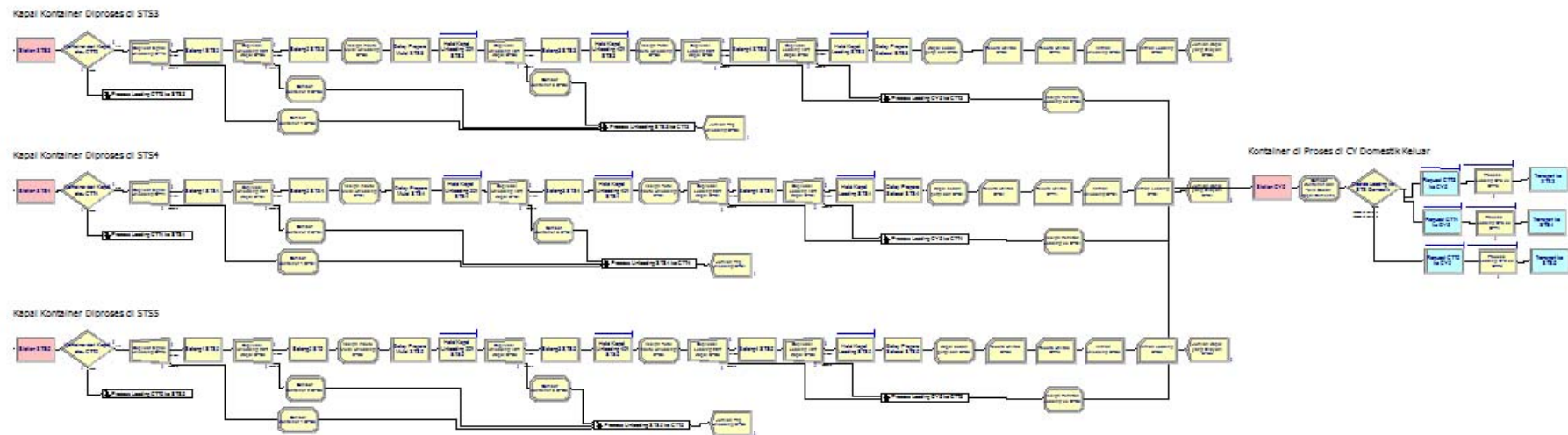


Lampiran 3 :

- **Logika Pemodelan Proses Bongkar Muat Internasional**



- **Logika Pemodelan Proses Bongkar Muat Domestik**



Lampiran 5 :

• Hasil Running Kapal Internasional (CTT = 7)

LOA	GT	Jumlah container (TEUS)		TOTAL		Berthing Time	Operating Time (jam)	BSH	JML CC Yang digunakan	BCH
		Unloading	Loading	Box	TEUS					
120	7994	234	1	235	236	19,172233	13,223179	17,77	1	17,77
251	36952	1186	0	1185	1583	50,097171	47,751261	49,64	2	24,82
104	4121	74	93	167	215	17,140805	10,765163	15,51	1	15,51
110	4581	33	29	62	71	5,847538	3,370591	18,39	1	18,39
115	5247	31	60	91	110	10,634337	6,004491	15,16	1	15,16
245	37544	1	1466	1467	1467	49,45899903	44,93751958	54	2	27
106	4033	144	1	145	157	11,40891432	5,250588272	27	1	27
104	3466	71	115	186	237	15,40232092	12,66478908	14,69	1	14,69
100	2633	0	0	0	0	3,911896676	0,000555556	0	1	0
233	32890	13	1163	1176	1261	45,1626926	38,21291164	54	2	27
106	4872	57	93	150	180	13,07032158	9,009343951	16,65	1	16,65
113	5485	75	68	143	155	15,11382335	5,949568623	24,04	1	24,04
251	36893	313	753	1066	1157	40,08182198	33,6576134	54	2	27
227	29649	1	761	762	808	28,03118543	22,80708413	54	2	27
103	2674	107	2	109	132	10,91593724	3,102589246	27	1	27
140	11567	176	145	321	342	22,48062396	17,73082016	18,1	1	18,1
108	4542	90	192	282	420	29,31559879	22,54395114	12,51	1	12,51
237	33816	358	680	1038	1383	45,03402779	40,49503514	51,36	2	25,68
140	11154	187	196	383	455	31,81082785	25,40401748	15,08	1	15,08
102	2569	22	17	39	41	6,807592002	1,712489913	22,77	1	22,77
100	2704	1	112	113	154	13,21615937	8,872840091	12,74	1	12,74
199	26197	478	307	785	822	27,12357813	23,74720127	54	2	27
111	4391	42	109	151	179	16,7415599	10,15480901	14,87	1	14,87
120	7037	95	136	231	266	19,47813906	14,88869076	15,52	1	15,52
122	7017	97	159	256	313	19,9092971	17,91196297	14,29	1	14,29
180	20066	7	533	540	778	30,88273253	23,66630245	45,75	2	22,875
108	4713	0	166	166	190	16,78085967	12,23665154	13,57	1	13,57
211	28584	223	715	938	1149	35,58912761	31,68726185	54	2	27
124	7631	140	106	246	274	18,49024571	14,122745	17,42	1	17,42
259	41477	1584	8	1592	1853	59,94507128	55,23594629	54	2	27
145	12182	120	276	396	567	37,76729286	32,34096529	12,24	1	12,24
100	2626	0	0	0	0	2,047941598	0,000555556	0	1	0
234	33850	1134	1	1135	1709	55,18443976	49,79946024	45,62	2	22,81
101	2747	26	65	91	129	10,17719009	6,784710807	13,41	1	13,41
118	7572	1	272	273	336	28,05099429	22,70627457	12,02	1	12,02
226	31264	432	624	1056	1222	41,09458538	36,85055718	54	2	27
102	2958	0	159	159	203	18,49964324	15,46384113	10,28	1	10,28
115	5602	61	104	165	201	14,3687522	10,23146674	16,13	1	16,13
261	38263	9	1329	1338	1901	63,6551462	58,85445808	45,52	2	22,76
101	2546	0	121	121	136	13,49841227	8,545782695	14,16	1	14,16
112	5487	101	94	195	262	18,99659457	13,88391088	14,05	1	14,05
111	4481	0	73	73	82	11,43789809	5,286051554	13,81	1	13,81
244	34872	487	688	1175	1215	42,39523303	33,52494728	54	2	27
122	7445	2	299	301	399	27,25877837	23,78535949	12,65	1	12,65
190	23301	641	0	641	884	31,12396541	26,25055021	48,84	2	24,42
116	6272	50	110	160	205	16,59845468	11,91285591	13,43	1	13,43
182	22061	425	313	738	908	30,53579173	26,09007861	53,39	2	26,695
228	32718	455	825	1280	1532	48,03946759	43,96706382	54	2	27
106	3932	0	77	77	105	9,654733586	6,919966173	11,13	1	11,13
105	3580	78	55	133	151	12,6747906	6,019086182	22,1	1	22,1
112	4163	51	111	162	174	14,21918639	10,64436703	15,22	1	15,22
232	33327	1	1158	1159	1583	54,83097606	48,73190791	47,57	2	23,785

- Hasil Running Kapal Domestik (CTT = 7)

LOA	GT	Jumlah container (TEUS)		TOTAL		Berthing Time	Operating Time (jam)	BSH	JML CC Yang digunakan	BCH
		Unloading	Loading	Box	TEUS					
125	8042	424	0	424	425	30,82751452	29,24899688	14,5	1	14,5
82	1233	0	170	170	198	15,63556085	12,39807185	13,71	1	13,71
80	1249	0	228	228	232	18,6923652	17,32165713	13,16	1	13,16
108	5520	272	0	272	273	21,38210182	17,74707399	15,33	1	15,33
82	1578	125	74	199	213	15,60094629	11,03796898	18,03	1	18,03
121	8029	353	0	353	353	27,2578618	24,24135613	14,56	1	14,56
176	17889	696	0	696	698	31,63226339	24,577331	54	2	27
95	3624	116	130	246	251	18,40761948	15,33392248	16,04	1	16,04
156	12468	0	416	416	581	37,70919973	31,11290682	13,37	1	13,37
192	18486	322	336	658	671	25,71064155	23,03002824	53,87	2	26,935
88	2422	1	232	233	234	20,53700062	17,21792361	13,53	1	13,53
82	1866	51	54	105	113	8,37009376	4,346809565	24,16	1	24,16
96	3977	72	100	172	173	19,7924775	11,91416664	14,44	1	14,44
88	2424	84	119	203	212	15,21021701	13,19762208	15,38	1	15,38
144	11548	251	164	415	426	31,18170951	28,37713585	14,62	1	14,62
114	7104	277	0	277	337	24,77547741	15,54042015	17,82	1	17,82
89	2399	102	66	168	196	13,77905557	11,62609278	14,45	1	14,45
79	1294	86	127	213	233	15,9574528	11,05986873	19,26	1	19,26
88	2666	108	104	212	213	16,88684593	12,30899777	17,22	1	17,22
99	3985	184	0	184	185	18,93768414	8,764188785	20,99	1	20,99
80	793	100	78	178	231	13,70093317	6,861427138	25,94	1	25,94
85	1690	71	46	117	140	13,71669976	8,066940075	14,5	1	14,5
149	12014	420	0	420	421	32,68407333	26,42702139	15,89	1	15,89
85	1298	111	91	202	206	17,31953998	15,13186049	13,35	1	13,35
177	16948	228	143	371	372	17,63812366	9,019236411	54	2	27
92	2966	98	108	206	211	16,2031168	14,22537685	14,48	1	14,48
90	2768	63	66	129	141	12,8279224	8,536622316	15,11	1	15,11
77	924	108	59	167	168	12,4549474	7,661650676	21,8	1	21,8
78	784	70	62	132	139	10,83111479	6,779064016	19,47	1	19,47
91	2319	82	77	159	162	13,87771671	11,68424559	13,61	1	13,61
90	3349	0	231	231	235	19,04408044	17,00237048	13,59	1	13,59
86	1997	1	200	201	201	21,09562455	15,22782331	13,2	1	13,2
163	14802	420	0	420	428	40,15874645	28,48275526	14,75	1	14,75
81	1650	142	0	142	143	13,5299143	5,169416099	27	1	27
124	7823	355	0	355	360	26,13209699	24,79611775	14,32	1	14,32
109	6327	289	101	390	397	30,0599709	20,06648873	19,44	1	19,44
110	7655	170	95	265	267	19,80089903	17,67165285	15	1	15
97	3820	131	79	210	213	16,40388578	14,25130415	14,74	1	14,74
126	8433	228	176	404	446	29,65384388	27,32785815	14,78	1	14,78
94	2994	111	118	229	259	20,78382786	14,42097526	15,88	1	15,88
77	956	43	44	87	101	12,17319985	4,331422278	20,09	1	20,09
76	875	89	84	173	180	24,84791203	9,972364064	17,35	1	17,35
137	11113	187	218	405	427	32,55110877	24,45789733	16,56	1	16,56
87	2081	0	206	206	208	21,16743011	15,26790528	13,49	1	13,49
136	9331	112	162	274	274	21,575981	16,99836076	16,12	1	16,12
83	1592	163	0	163	164	12,65712824	9,185153114	17,75	1	17,75
162	14569	2	397	399	460	31,73193054	28,56506489	13,97	1	13,97
79	971	84	60	144	145	16,76990872	4,637781157	27	1	27
93	4054	266	0	266	301	20,47102255	13,49141056	19,72	1	19,72
154	13567	326	145	471	475	36,09579317	30,53433806	15,43	1	15,43
78	914	120	101	221	222	16,33844839	13,21578048	16,72	1	16,72
89	2252	0	139	139	139	26,20418577	10,01014797	13,89	1	13,89
81	938	85	83	168	176	23,5482674	9,167126553	18,33	1	18,33
80	1051	180	0	180	187	15,56736578	12,91106574	13,94	1	13,94
83	1557	0	192	192	196	17,49701402	13,48230301	14,24	1	14,24
81	1659	0	184	184	207	16,43782701	13,36791181	13,76	1	13,76
82	1080	72	101	173	189	15,6520437	10,44988436	16,56	1	16,56
83	1240	83	85	168	172	12,59875597	10,13471352	16,58	1	16,58
94	3640	0	239	239	276	31,34110016	17,83897691	13,4	1	13,4
109	5291	157	124	281	297	23,11340317	19,85493984	14,15	1	14,15
87	1964	93	79	172	173	16,59618168	9,503225373	18,1	1	18,1
99	3994	115	101	216	313	24,05390125	15,06946398	14,33	1	14,33
83	1586	53	63	116	118	11,3400393	6,535793541	17,75	1	17,75
83	1778	93	75	168	197	14,52824438	11,57079215	14,52	1	14,52
126	8663	428	0	428	429	35,25641752	30,43469345	14,06	1	14,06
115	7885	354	0	354	354	29,52166924	20,20810116	17,52	1	17,52
117	7407	1	300	301	302	23,98455724	22,36591875	13,46	1	13,46
81	1461	101	77	178	198	14,00407485	12,31229442	14,46	1	14,46
92	2618	88	112	200	206	16,13361896	13,99337892	14,29	1	14,29
78	785	0	143	143	149	15,01390657	10,67961962	13,39	1	13,39
78	787	47	67	114	123	10,59858301	7,645823858	14,91	1	14,91
96	3869	130	146	276	278	21,62732515	18,84438499	14,65	1	14,65
120	7362	0	340	340	345	29,85200675	24,99020409	13,61	1	13,61
164	13926	625	0	625	626	47,0837623	43,5391215	14,35	1	14,35
130	9554	486	0	486	494	37,2394539	34,9665152	13,9	1	13,9
86	2269	98	81	179	184	15,24178264	7,621956	23,48	1	23,48
81	1307	85	51	136	136	20,8080438	3,353949305	27	1	27
85	1555	112	89	201	224	20,4932257	10,92769725	18,39	1	18,39
101	4445	120	88	208	211	20,40693523	12,24392012	16,99	1	16,99

• Hasil Running Kapal Internasional (CTT = 8)

LOA	GT	Jumlah container (TEUS)		TOTAL		Berthing Time	Operating Time (jam)	BSH	JML CC Yang digunakan	BCH
		Unloading	Loading	Box	TEUS					
120	7994	234	1	235	236	19,172233	13,223179	17,77	1	17,77
251	36952	1186	0	1185	1583	49,118287	46,113998	51,45	2	25,725
188	22809	3	963	966	1101	38,866360	33,524997	54	2	27
113	5365	0	133	133	137	12,579178	9,353066	14,22	1	14,22
107	4070	0	205	205	244	19,903730	16,069697	12,76	1	12,76
127	8052	0	156	156	180	16,38807196	11,6329442	13,41	1	13,41
205	26866	315	642	957	1144	36,60420223	31,24779138	54	2	27
102	3466	23	100	123	137	13,54550599	7,482634818	16,44	1	16,44
182	23450	290	362	652	716	23,66243261	19,63932709	54	2	27
227	33690	470	615	1085	1127	36,46258093	31,1836072	54	2	27
108	3740	55	40	95	108	9,484691585	3,688957545	25,75	1	25,75
100	2359	37	108	145	166	16,51666549	8,9416279	16,22	1	16,22
123	7702	1	211	212	288	20,93377141	15,31750125	13,84	1	13,84
112	5640	125	126	251	348	23,75368668	17,20322324	14,59	1	14,59
211	26559	775	3	778	993	35,57472489	29,91057548	51,28	2	25,64
207	27106	218	736	954	1510	51,57405028	45,7627501	41,7	2	20,85
97	2563	61	0	61	102	9,928777717	5,22636834	11,67	1	11,67
212	27876	463	379	842	859	27,37170934	22,8322443	54	2	27
114	5092	85	86	171	178	13,15379934	7,79165491	21,95	1	21,95
119	6082	79	108	187	233	19,14904411	11,56239165	16,17	1	16,17
194	23040	283	445	728	959	34,15946022	26,77974238	53,68	2	26,84
205	26223	914	0	914	988	30,58503519	26,58052615	54	2	27
98	2719	1	93	94	125	15,84965663	7,758295051	12,12	1	12,12
109	5168	0	135	135	205	20,19588498	15,08948256	8,95	1	8,95
195	26089	903	12	915	1554	48,42474125	45,64264992	40,1	2	20,05
161	17256	318	282	600	728	45,47463838	40,47153451	14,83	1	14,83
135	11391	144	183	327	336	23,05906648	18,59198669	17,59	1	17,59
106	3762	0	42	42	52	11,40872707	3,180451327	13,21	1	13,21
105	3058	0	46	46	55	10,99999401	4,335142396	10,61	1	10,61
207	27555	890	6	896	1136	36,66534774	32,30719838	52,98	2	26,49
268	39993	593	1013	1606	1752	58,26317027	52,7366698	54	2	27
109	4772	140	1	141	161	12,76540383	9,952499204	14,17	1	14,17
172	18960	9	526	535	650	44,13704466	41,20447827	12,98	1	12,98
213	30271	1015	0	1014	1019	35,57222214	29,90094524	54	2	27
137	10505	232	0	232	293	19,350436	13,08749549	17,73	1	17,73
143	11996	510	1	511	530	33,47591916	27,09645492	18,86	1	18,86
103	3154	161	0	161	196	16,94550978	8,431862611	19,09	1	19,09
142	12323	185	119	304	331	22,48122906	17,2216682	17,65	1	17,65
105	3201	37	47	84	89	8,454123581	4,684779156	17,93	1	17,93
240	35734	621	703	1324	1601	53,84620177	48,40513386	53,85	2	26,925
235	34777	2	1105	1107	1837	63,33724838	57,82953916	38,29	2	19,145
103	3421	0	127	127	142	15,25645123	8,443967195	15,04	1	15,04
182	21512	365	395	760	906	31,97722529	26,64339499	52,5	2	26,25
204	26005	849	0	848	961	33,09972298	27,05289618	54	2	27
122	7574	142	95	237	270	18,08231493	15,97305896	14,84	1	14,84
100	2876	106	112	218	232	17,80847176	10,47972363	20,8	1	20,8
112	5309	20	39	59	60	7,666857607	2,265446941	26,04	1	26,04
106	3804	0	109	109	136	15,64980659	9,016794763	12,09	1	12,09
112	4716	0	102	102	126	12,96150036	8,476219738	12,03	1	12,03

- Hasil Running Kapal Domestik (CTT = 8)

LOA	GT	Jumlah container (TEUS)		TOTAL		Berth Time (jam)	Operating Time (jam)	BSH	JML CC Yang digunakan	BCH
		Unloading	Loading	Box	TEUS					
82	1233	0	170	170	198	15,8437088	12,6062198	13,49	1	13,49
125	8042	424	0	424	425	44,5977298	29,3213571	14,46	1	14,46
80	1249	0	228	228	232	16,212499	14,7222889	15,49	1	15,49
81	1375	61	69	130	166	15,3665314	7,18480071	18,09	1	18,09
82	1457	111	95	206	225	17,2954704	7,50218925	27	1	27
124	7736	211	158	369	382	35,084471	25,3163879	14,58	1	14,58
107	5288	0	274	274	440	27,8937107	20,0125405	13,69	1	13,69
80	1057	79	49	128	129	10,9835272	9,23001961	13,87	1	13,87
126	8628	0	294	294	320	26,6192649	21,9824	13,37	1	13,37
111	6489	189	138	327	358	24,055619	18,9308051	17,27	1	17,27
115	6266	0	313	313	318	26,5651138	23,5839032	13,27	1	13,27
92	2297	193	0	193	197	14,8587314	13,5412542	14,25	1	14,25
80	1418	95	57	152	156	11,7160409	9,71101751	15,65	1	15,65
82	1355	1	186	187	187	23,1898211	13,1482635	14,22	1	14,22
85	1751	92	134	226	226	18,7868981	16,0390635	14,09	1	14,09
84	1597	82	80	162	168	13,0790427	8,02276718	20,19	1	20,19
116	6821	139	151	290	303	25,494197	16,1882167	17,91	1	17,91
89	2688	1	171	172	181	26,3156596	13,0640581	13,17	1	13,17
85	1339	129	0	129	129	10,0966341	8,27445396	15,59	1	15,59
120	7789	204	106	310	390	23,4270628	22,4311476	13,82	1	13,82
81	1160	46	50	96	105	7,73424509	6,51756543	14,73	1	14,73
133	10292	319	0	319	323	25,2890339	22,6599241	14,08	1	14,08
91	3385	155	96	251	251	20,6916775	17,9593677	13,98	1	13,98
90	2574	144	123	267	270	22,8017655	12,6251014	21,15	1	21,15
86	1596	142	57	199	204	15,3479114	11,9305491	16,68	1	16,68
80	866	1	149	150	208	14,9564489	10,5894729	14,17	1	14,17
106	5016	223	0	223	247	25,9326678	9,594421	23,24	1	23,24
137	10071	335	0	335	442	27,0691478	21,55614	15,54	1	15,54
82	982	146	0	146	189	14,424576	9,16557137	15,93	1	15,93
154	12949	273	185	458	465	35,7334318	30,9953503	14,78	1	14,78
121	7720	371	0	371	383	27,7898993	23,236824	15,97	1	15,97
102	4761	1	246	247	265	22,8491526	18,3685407	13,45	1	13,45
85	2013	139	52	191	191	14,9427576	8,3391865	22,9	1	22,9
119	7239	130	112	242	307	18,7619428	16,8193418	14,39	1	14,39
91	2807	168	0	168	174	14,2995996	8,67943441	19,36	1	19,36
94	3774	0	183	183	190	21,2966049	13,7291915	13,33	1	13,33
83	1821	148	0	148	153	13,0889714	10,3870703	14,25	1	14,25
106	4858	271	0	271	272	20,9494609	16,8814802	16,05	1	16,05
125	7908	1	399	400	408	29,9296887	28,8996777	13,84	1	13,84
118	8425	381	0	381	526	31,7381405	20,4964503	18,59	1	18,59
136	10311	3	390	393	401	36,6853401	27,9205463	14,08	1	14,08
81	1509	112	50	162	162	12,6543911	9,04874219	17,9	1	17,9
84	2230	123	87	210	222	15,2632464	12,8633439	16,33	1	16,33
121	7020	115	160	275	331	21,0179452	16,245097	16,93	1	16,93
83	1651	67	47	114	132	11,7660333	7,6844797	14,84	1	14,84
84	1705	76	145	221	226	16,6102212	13,6471894	16,19	1	16,19
114	6681	138	173	311	338	27,3621122	16,7826102	18,53	1	18,53
86	2105	194	0	194	195	14,181031	12,3296041	15,73	1	15,73
111	6575	168	135	303	366	23,2297892	18,5907649	16,3	1	16,3
85	1888	0	254	254	255	22,8841989	18,7536808	13,54	1	13,54
92	2793	0	237	237	261	21,3010004	17,3697356	13,64	1	13,64
86	2155	71	62	133	133	10,0381437	7,7451353	17,17	1	17,17
82	1988	70	57	127	128	14,430204	8,60277995	14,76	1	14,76
96	3880	98	118	216	251	18,6758576	14,226683	15,18	1	15,18
89	2625	98	110	208	214	16,4162426	13,168961	15,79	1	15,79
81	1671	63	45	108	109	13,0425693	6,25277813	17,27	1	17,27
97	3357	234	0	234	241	18,5008711	14,2513444	16,42	1	16,42
76	903	68	61	129	146	9,79940356	8,47165797	15,23	1	15,23
100	4889	118	81	199	202	16,1130112	9,41408892	21,14	1	21,14
86	2372	88	87	175	179	15,7017867	9,16917701	19,09	1	19,09
103	4615	77	90	167	174	12,9183572	11,9557662	13,97	1	13,97
76	899	138	0	138	164	11,0519365	9,7836538	14,11	1	14,11
149	13463	279	195	474	523	36,8504773	29,3535907	16,15	1	16,15
77	825	80	79	159	168	12,8099572	9,33229689	17,04	1	17,04
77	1218	0	181	181	226	16,8347207	12,9502932	13,98	1	13,98
85	1587	0	215	215	220	18,7242646	15,1588807	14,18	1	14,18
93	3686	139	176	315	340	24,6077893	15,9668858	19,73	1	19,73
108	5750	153	120	273	289	22,3261349	13,1986391	20,68	1	20,68
110	5862	0	225	225	248	19,909486	16,3314347	13,78	1	13,78
133	9239	2	414	416	418	31,6210935	29,6046225	14,05	1	14,05
86	1548	114	96	210	212	16,0401068	11,3555423	18,49	1	18,49
75	938	63	39	102	102	9,99669956	5,20268423	19,61	1	19,61
82	1494	50	73	123	128	14,5752553	6,6312989	18,55	1	18,55
90	2406	2	157	159	159	13,9819277	11,7900578	13,49	1	13,49
114	6107	198	134	332	363	24,8908341	23,1198928	14,36	1	14,36
87	2353	109	115	224	280	18,1195765	15,8144724	14,16	1	14,16
77	1104	90	66	156	184	15,0098176	8,76908328	17,79	1	17,79
88	2492	120	85	205	219	17,7660665	10,7974051	18,99	1	18,99
97	4259	174	90	264	303	22,4733619	16,201646	16,29	1	16,29
113	6441	152	201	353	356	30,2979982	23,1785196	15,23	1	15,23
105	5782	299	0	299	382	25,5477958	16,1400203	18,53	1	18,53
116	6881	100	138	238	241	22,9105994	15,1673905	15,69	1	15,69
102	4350	167	92	259	265	21,2284362	18,7576413	13,81	1	13,81
177	16198	312	349	661	698	26,1018959	22,7184234	54	2	27
82	1433	72	102	174	184	19,673956	8,16653988	21,31	1	21,31
144	10712	240	150	390	459	35,5123457	25,8594385	15,08	1	15,08

- Hasil Running Kapal Internasional (CTT = 6)

LOA	GT	Inlah container (TEU)		TOTAL		Berthing Time	Operating Time (jam)	BSH	JML CC	BCH
		Unloading	Loading	Box	TEUS					
120	7994	234	1	235	236	19,172233	13,223179	17,77	1	17,77
251	36952	1186	0	1185	1583	50,344188	47,773948	49,61	2	24,805
200	24229	43	698	741	849	31,089252	25,535726	54	2	27
98	2765	186	0	186	229	15,702590	12,456855	14,93	1	14,93
107	3281	1	182	183	202	16,431382	11,352475	16,12	1	16,12
110	4363	0	109	109	153	16,50791034	10,11598151	10,78	1	10,78
125	8062	4	275	279	289	22,86150391	19,03075457	14,66	1	14,66
119	7618	116	142	258	266	16,90212159	14,72825161	17,52	1	17,52
133	9136	89	117	206	244	19,69872788	10,75820068	19,15	1	19,15
203	26715	943	2	945	953	30,96428136	28,09057928	54	2	27
126	8188	0	242	242	380	26,44088653	22,59286491	10,71	1	10,71
125	7323	157	120	277	368	23,09489181	17,28243442	16,03	1	16,03
118	5636	96	202	298	413	26,34248478	19,02421388	15,66	1	15,66
112	4580	1	132	133	133	13,20101903	7,932818182	16,77	1	16,77
107	3375	0	1	1	2	5,823749534	0,267369089	3,74	1	3,74
106	3907	40	27	67	99	10,76314	4,653958873	14,4	1	14,4
110	5130	136	113	249	271	17,73035219	11,89813111	20,93	1	20,93
233	32631	416	581	997	1109	36,10246715	32,42611287	54	2	27
215	30252	899	1	900	1363	45,45026523	41,82041648	43,05	2	21,525
195	25762	194	678	872	1072	36,80718525	30,98772785	54	2	27
246	39048	346	956	1302	1616	54,48854618	49,11383337	53,02	2	26,51
103	3632	150	0	150	177	14,60747209	9,842341697	15,24	1	15,24
194	24208	25	693	718	983	34,20517718	29,61883271	48,49	2	24,245
111	5195	225	0	225	268	18,67118127	15,58143831	14,44	1	14,44
199	24988	863	0	862	1357	45,47645831	38,42452576	44,87	2	22,435
101	2826	34	74	108	122	15,44361163	6,026139791	17,92	1	17,92
148	12544	45	295	340	434	28,34499912	24,86191258	13,68	1	13,68
115	5594	57	151	208	227	17,52466648	13,83390243	15,04	1	15,04
143	12758	165	243	408	484	33,44761855	25,21972741	16,18	1	16,18
115	5483	118	96	214	291	21,65950202	13,51589993	15,83	1	15,83
156	15482	614	6	620	634	42,48872376	36,87351283	16,81	1	16,81
117	5570	268	1	269	448	28,28269753	25,03126933	10,75	1	10,75
109	4214	84	47	131	160	11,29740576	6,900850405	18,98	1	18,98
105	3354	222	0	222	235	15,12119288	13,05179942	17,01	1	17,01
113	5137	110	86	196	275	20,85159737	15,24331181	12,86	1	12,86
102	2386	50	50	100	120	10,73337968	4,864348385	20,56	1	20,56
106	3896	57	59	116	184	19,71491065	10,23303437	11,34	1	11,34
206	27588	155	453	608	1015	36,49575502	30,58723209	39,77	2	19,885
105	2869	20	17	37	48	6,340208413	2,707929106	13,66	1	13,66
249	38416	689	612	1301	1355	46,16307959	38,70524007	54	2	27
192	22606	143	517	660	806	29,80292499	23,4985632	53,24	2	26,62
111	4563	137	0	137	141	12,18403397	3,896118224	27	1	27
204	25211	0	929	929	995	36,96377553	30,34602028	54	2	27
139	10784	119	210	329	345	26,93355781	18,79747387	17,5	1	17,5
200	26283	1044	1	1045	1125	37,64350554	33,61066675	54	2	27
109	4615	54	69	123	131	10,60300792	6,631487331	18,55	1	18,55
101	3100	203	0	203	270	17,3702719	12,9418741	15,69	1	15,69
112	5230	91	124	215	274	19,54166618	16,09220041	13,36	1	13,36
101	2664	0	0	0	0	5,841778368	0,000555556	0	1	0
179	21598	366	434	800	1096	34,99854063	32,2205058	49,84	2	24,92
130	9820	156	150	306	375	27,50937132	21,02501639	14,55	1	14,55
124	8143	97	119	216	249	18,66259314	14,33643333	15,07	1	15,07
112	5422	96	179	275	291	18,98233537	14,93645114	18,41	1	18,41

- Hasil Running Kapal Domestik (CTT = 6)

LOA	GT	Jumlah container (TEU)		TOTAL		Arriving Time	Operating Time	BSH	JML CC	BCH
		Unloading	Loading	Box	TEUS					
125	8042	424	0	424	425	31,21043	29,12364	14,56	1	14,56
82	1233	0	170	170	198	15,6627	12,42521	13,68	1	13,68
80	1249	0	228	228	232	20,03093	15,63625	14,58	1	14,58
82	1933	99	46	145	146	20,08772	4,779479	27	1	27
82	1324	98	91	189	220	16,28893	12,47361	15,15	1	15,15
110	5905	0	302	302	312	26,39885	21,49792	14,05	1	14,05
82	1497	0	189	189	192	20,04453	14,32527	13,19	1	13,19
88	2103	0	171	171	174	16,97452	12,32039	13,88	1	13,88
76	785	0	168	168	169	14,4666	11,91983	14,09	1	14,09
81	1219	56	101	157	164	18,83893	10,51588	14,93	1	14,93
97	3905	278	0	278	331	20,11242	16,20298	17,16	1	17,16
78	931	87	79	166	166	15,28553	9,914567	16,74	1	16,74
123	7139	371	0	371	395	28,56025	24,34903	15,24	1	15,24
158	14292	156	260	416	424	35,51174	22,92156	18,15	1	18,15
118	6615	156	185	341	343	31,16982	23,50363	14,51	1	14,51
87	2263	214	0	214	252	21,45233	11,47045	18,66	1	18,66
78	799	71	84	155	161	13,30695	7,42078	20,89	1	20,89
77	787	156	0	156	166	12,92484	4,099533	27	1	27
158	14527	456	0	456	461	34,60966	28,83013	15,82	1	15,82
110	5974	99	146	245	254	18,23687	14,12369	17,35	1	17,35
89	2400	95	102	197	201	14,66868	12,07839	16,31	1	16,31
127	7894	3	275	278	278	21,97089	19,24352	14,45	1	14,45
80	797	124	79	203	239	22,57976	14,23229	14,26	1	14,26
82	1107	74	100	174	197	18,18322	7,69616	22,61	1	22,61
89	2294	1	201	202	228	21,64386	14,39841	14,03	1	14,03
93	3365	1	261	262	270	22,3926	18,63438	14,06	1	14,06
87	2084	0	181	181	182	25,61294	13,27728	13,63	1	13,63
79	1182	90	61	151	167	20,11863	8,791405	17,18	1	17,18
89	2368	229	0	229	231	16,56528	15,79823	14,5	1	14,5
77	974	156	0	156	166	11,78673	9,795369	15,93	1	15,93
124	8653	255	173	428	498	37,13277	30,6209	13,98	1	13,98
77	808	45	63	108	108	12,58201	4,37817	24,67	1	24,67
109	5611	123	104	227	247	20,64321	14,31381	15,86	1	15,86
106	4678	0	257	257	285	33,15481	18,9777	13,54	1	13,54
89	2830	144	112	256	257	23,88007	14,32043	17,88	1	17,88
126	8248	396	0	396	646	29,38378	25,07671	15,79	1	15,79
79	908	37	50	87	117	11,94374	5,059918	17,19	1	17,19
107	5354	0	223	223	224	19,9007	16,38228	13,61	1	13,61
84	1416	99	78	177	204	15,47519	11,45722	15,45	1	15,45
143	11645	278	269	547	660	41,02057	33,67853	16,24	1	16,24
130	9712	214	112	326	337	28,55789	18,7371	17,4	1	17,4
79	785	74	69	143	148	12,06636	7,904755	18,09	1	18,09
78	840	73	60	133	143	14,22108	9,083082	14,64	1	14,64
121	7478	167	141	308	323	25,53383	20,03814	15,37	1	15,37
91	3845	91	54	145	146	16,38386	4,090909	27	1	27
79	1175	0	120	120	124	15,74402	9,235997	12,99	1	12,99
91	2913	158	0	158	160	12,3266	10,79767	14,63	1	14,63
81	1043	1	212	213	217	30,1353	15,36971	13,86	1	13,86
90	3176	70	128	198	200	15,81914	13,68862	14,46	1	14,46
83	1776	225	0	225	226	16,23696	15,39762	14,61	1	14,61
93	2410	72	75	147	148	13,47386	9,752724	15,07	1	15,07
106	6165	205	138	343	366	26,48858	22,21648	15,44	1	15,44
81	982	160	0	160	165	14,34074	11,17876	14,31	1	14,31
82	960	73	90	163	164	13,11849	9,720237	16,77	1	16,77
170	16672	444	0	444	461	16,3821	14,78377	54	2	27
88	2902	247	0	247	374	18,72242	15,94197	15,49	1	15,49
97	4006	254	0	254	256	20,04242	16,54444	15,35	1	15,35
85	1454	59	63	122	128	13,64516	6,933111	17,6	1	17,6
146	12732	199	204	403	418	30,86993	29,21177	13,8	1	13,8
119	6323	146	125	271	272	26,59083	17,90407	15,14	1	15,14
119	7541	267	0	267	286	23,9216	19,63135	13,6	1	13,6
134	9637	335	0	335	350	25,33905	22,92868	14,61	1	14,61
76	809	81	42	123	136	10,397	6,169503	19,94	1	19,94
120	6957	191	117	308	316	24,21991	21,45703	14,35	1	14,35
89	2371	67	52	119	119	10,25868	5,16367	23,05	1	23,05
117	7146	336	0	336	375	27,57679	19,66744	17,08	1	17,08
135	10182	158	147	305	318	22,29424	17,9975	16,95	1	16,95
108	5304	68	131	199	199	19,93627	9,156028	21,73	1	21,73
89	2681	0	226	226	239	21,54732	17,60032	12,84	1	12,84
125	8052	265	0	265	267	23,18	16,24056	16,32	1	16,32
84	1756	0	160	160	167	22,91119	12,24781	13,06	1	13,06
78	1055	91	95	186	199	16,50425	12,14424	15,32	1	15,32
93	3435	1	234	235	242	18,79536	17,01587	13,81	1	13,81

• Hasil Running Kapal Internasional (CTT = 5)

LOA	GT	Jumlah container (TEUS)		TOTAL		Berthing Time	Operating Time (jam)	BSH	JML CC	BCH
		Unloading	Loading	Box	TEUS					
120	7994	234	1	235	236	19,172233	13,223179	17,77	1	17,77
251	36952	1186	0	1185	1583	51,143616	48,052817	49,33	2	24,665
101	3042	0	0	0	0	8,931293	0,000556	0	1	0
107	3693	2	100	102	126	11,709195	7,354959	13,87	1	13,87
150	14306	282	219	501	545	35,373290	31,832115	15,74	1	15,74
127	8141	143	139	282	365	25,5001646	21,98081661	12,83	1	12,83
254	35994	594	675	1269	1721	58,59266439	53,37371298	47,61	2	23,805
152	14735	201	238	439	511	35,79613559	29,23746933	15,01	1	15,01
199	25192	348	407	755	812	29,02655367	24,50496284	54	2	27
105	4130	52	55	107	127	10,53067749	5,635848944	18,99	1	18,99
120	6836	118	117	235	253	18,86696337	13,84757873	16,97	1	16,97
143	11142	116	323	439	574	40,73454267	34,98227091	12,55	1	12,55
216	29648	1091	0	1090	1255	38,37876161	33,56743422	54	2	27
112	4744	1	167	168	212	17,65789437	13,8053901	12,17	1	12,17
129	9008	200	0	200	203	16,27374394	10,50935199	19,03	1	19,03
113	5386	113	76	189	213	17,39294159	9,274238613	20,38	1	20,38
257	39706	207	1195	1402	1545	49,06733796	43,56299039	54	2	27
155	15116	0	508	508	608	41,9600657	38,56246408	13,17	1	13,17
220	29498	287	748	1035	1712	55,40444388	52,82462038	39,21	2	19,605
130	7910	70	164	234	249	16,01708732	12,77348675	18,32	1	18,32
110	4924	34	61	95	106	10,84146519	6,144941312	15,46	1	15,46
117	5679	16	30	46	52	7,285065782	2,491668091	18,46	1	18,46
191	22729	467	251	718	875	30,55708183	25,65516632	54	2	27
180	19744	766	1	767	796	26,59840709	21,29017998	54	2	27
106	3231	0	52	52	63	9,502255664	4,669671641	11,14	1	11,14
191	22920	443	307	750	786	27,70298298	21,58840489	54	2	27
170	19186	193	537	730	783	55,38633495	45,52442793	16,04	1	16,04
219	31127	0	1010	1010	1642	57,5934575	51,46216962	39,25	2	19,625
209	27099	368	441	809	1027	35,40059988	28,24795205	53,7	2	26,85
105	2471	0	52	52	86	12,38242445	5,185380051	10,03	1	10,03
100	2446	22	24	46	48	9,425957452	2,304929344	19,96	1	19,96
102	2996	20	57	77	81	10,08651949	5,694678465	13,52	1	13,52
234	33684	866	497	1363	1873	59,29346435	53,99140962	50,51	2	25,255
133	9992	132	209	341	420	27,05286123	25,29812958	13,48	1	13,48
116	6173	1	191	192	221	16,70455228	13,22690979	14,52	1	14,52
150	13572	299	241	540	615	41,65813459	35,49248008	15,21	1	15,21
141	11526	126	306	432	494	30,76979254	28,08397337	15,38	1	15,38
117	6233	95	138	233	270	18,29096642	16,57266931	14,06	1	14,06
253	37851	559	604	1163	1462	47,07285068	42,52859208	52,54	2	26,27
237	35163	7	1211	1218	1219	43,24161188	38,27881499	54	2	27
229	32556	214	687	901	1050	34,19358134	28,56941272	54	2	27
121	8049	15	204	219	273	21,77834199	15,80400521	13,86	1	13,86
231	33481	365	555	920	1056	36,03659925	31,65653539	53,61	2	26,805
213	31148	516	573	1089	1156	38,55122861	34,07310828	54	2	27
134	9943	0	424	424	542	36,26606719	32,43814618	13,07	1	13,07
118	5821	105	126	231	257	21,15928081	15,2065536	15,19	1	15,19
107	4073	99	0	99	116	7,839415342	2,813824046	27	1	27
226	31411	563	373	936	998	34,50606583	28,99512884	54	2	27
111	4885	104	0	104	139	13,34746119	6,941826403	14,98	1	14,98
217	30160	889	0	889	1454	49,47254237	43,8109825	40,59	2	20,295
154	14803	0	417	417	422	29,89566072	26,48130658	15,75	1	15,75
248	39829	735	698	1433	1968	65,02159095	59,63194956	48,06	2	24,03
101	2450	1	1	2	2	7,440419893	0,43807049	4,57	1	4,57
191	23832	354	352	706	798	27,14314741	23,07967239	54	2	27
254	37511	597	799	1396	1609	50,34810651	47,11016671	54	2	27
106	3277	9	12	21	24	7,762636662	0,840658989	24,98	1	24,98
105	2863	2	144	146	149	13,74737045	10,5487975	13,84	1	13,84
113	6083	58	87	145	154	10,78353559	6,001412905	24,16	1	24,16
174	19528	240	307	547	591	39,86174588	33,16908831	16,49	1	16,49
129	9043	125	134	259	335	20,18626266	15,03264158	17,23	1	17,23
116	6236	0	212	212	318	29,29924352	22,13542265	9,58	1	9,58
171	18982	609	0	609	619	39,19839466	34,47349878	17,67	1	17,67
109	3856	99	120	219	225	17,79548724	8,610234508	25,43	1	25,43

- Hasil Running Kapal Domestik (CTT = 5)

LOA	GT	nlah container (TEU)		TOTAL		rrthing Ti	Operatin g Time	BSH	JML CC	BCH
		Unloading	Loading	Box	TEUS					
125	8042	424	0	424	425	32,09669	29,14809	14,55	1	14,55
82	1233	0	170	170	198	16,3729	13,13541	12,94	1	12,94
80	1249	0	228	228	232	21,48082	16,09155	14,17	1	14,17
115	6623	130	228	358	408	26,47249	25,18986	14,21	1	14,21
132	9670	177	211	388	389	30,75952	25,77748	15,05	1	15,05
87	2068	107	55	162	182	12,66037	5,929731	27	1	27
129	8876	178	153	331	335	28,30913	14,43992	22,92	1	22,92
85	1460	149	0	149	151	11,37205	4,400192	27	1	27
103	4042	0	297	297	297	25,82584	22,59805	13,14	1	13,14
96	4462	236	0	236	322	19,97273	16,43932	14,36	1	14,36
79	906	155	0	155	156	14,60945	7,072728	21,92	1	21,92
101	4612	272	0	272	335	21,53769	16,65066	16,34	1	16,34
86	1244	85	30	115	123	10,78633	3,66939	27	1	27
195	20305	381	326	707	717	26,24386	24,55485	54	2	27
78	803	92	80	172	172	15,36511	6,263653	27	1	27
110	5809	187	117	304	337	25,24442	20,65199	14,72	1	14,72
205	20827	350	345	695	759	26,95309	23,04897	54	2	27
89	2728	221	0	221	228	18,89319	15,25235	14,49	1	14,49
82	1483	195	0	195	198	15,97566	13,7503	14,18	1	14,18
108	5566	184	142	326	362	33,1809	17,22229	18,93	1	18,93
80	813	184	0	184	196	13,69728	12,16624	15,12	1	15,12
82	974	87	80	167	170	15,59123	9,16641	18,22	1	18,22
157	12721	0	553	553	947	46,04749	40,84679	13,54	1	13,54
135	8638	3	326	329	333	26,96846	24,43253	13,47	1	13,47
84	2096	0	191	191	219	18,94154	14,29915	13,36	1	13,36
122	8071	0	295	295	295	32,51236	20,58661	14,33	1	14,33
85	2197	71	100	171	172	13,00028	7,934095	21,55	1	21,55
171	16843	152	295	447	462	18,28047	14,90634	53,39	2	26,695
87	2640	79	79	158	162	13,03354	9,666566	16,34	1	16,34
161	14587	464	0	464	465	35,17753	31,65743	14,66	1	14,66
85	1704	225	0	225	287	18,18816	16,14744	13,93	1	13,93
88	2049	94	136	230	243	17,59324	16,32843	14,09	1	14,09
80	1347	77	54	131	137	9,96907	8,837121	14,82	1	14,82
81	1149	60	64	124	154	11,91257	6,418968	19,32	1	19,32
77	861	125	0	125	126	10,04504	5,612822	22,27	1	22,27
117	6844	4	375	379	380	29,47985	27,45771	13,8	1	13,8
80	793	80	66	146	160	11,8138	6,826286	21,39	1	21,39
77	839	63	108	171	172	16,52366	11,07639	15,44	1	15,44
98	4250	128	152	280	292	20,32858	16,86912	16,6	1	16,6
91	2901	2	219	221	226	18,33753	16,12151	13,71	1	13,71
87	2647	81	149	230	236	21,77994	15,22632	15,11	1	15,11
138	9960	275	161	436	512	36,83276	28,49786	15,3	1	15,3
83	1562	178	0	178	213	21,663	12,16353	14,63	1	14,63
78	1556	97	84	181	182	17,11525	10,10198	17,92	1	17,92
91	3430	59	131	190	238	18,66038	11,99074	15,85	1	15,85
86	1588	158	0	158	160	12,16523	9,460083	16,7	1	16,7
80	933	57	74	131	134	11,79666	7,651178	17,12	1	17,12
202	20066	255	388	643	644	23,70932	20,95285	54	2	27
81	1670	102	68	170	173	15,06196	4,479809	27	1	27
92	2801	178	0	178	197	16,10956	8,019045	22,2	1	22,2
76	913	74	67	141	144	11,65811	8,366449	16,85	1	16,85
81	1110	97	0	97	97	10,30732	5,363734	18,08	1	18,08
105	4793	104	137	241	250	31,44675	14,9036	16,17	1	16,17
87	2091	78	89	167	175	14,66344	11,73781	14,23	1	14,23
82	1126	69	51	120	121	9,409589	8,273525	14,5	1	14,5
95	3404	122	107	229	246	17,72034	16,01677	14,3	1	14,3
78	1033	49	63	112	114	11,39342	5,371949	20,85	1	20,85
80	880	56	106	162	167	13,1213	10,1716	15,93	1	15,93
92	3259	72	106	178	185	16,12599	12,8301	13,87	1	13,87
146	11797	510	0	510	512	40,56447	30,41177	16,77	1	16,77
189	17609	331	207	538	580	19,95725	15,66483	54	2	27
79	852	0	157	157	157	29,02811	12,57799	12,48	1	12,48
133	8729	1	279	280	293	25,81163	20,00318	14	1	14
79	986	140	0	140	155	12,22421	9,115496	15,36	1	15,36
80	1212	45	50	95	97	9,891505	6,266957	15,16	1	15,16
88	3086	36	205	241	255	17,80743	16,04122	15,02	1	15,02
94	4041	281	0	281	281	21,19191	17,99138	15,62	1	15,62
77	893	45	90	135	136	17,56306	6,63066	20,36	1	20,36
81	1535	0	175	175	187	15,43561	12,52476	13,97	1	13,97
84	1848	136	88	224	247	17,80008	15,90962	14,08	1	14,08
92	3022	2	224	226	228	19,14562	16,53721	13,67	1	13,67
79	866	72	67	139	145	13,19277	8,216598	16,92	1	16,92
82	1436	94	102	196	201	16,93819	7,898773	24,81	1	24,81
84	1743	100	86	186	208	18,45506	12,12838	15,34	1	15,34
109	5527	0	234	234	240	20,25023	17,99663	13	1	13
78	1226	141	0	141	145	11,68073	9,356802	15,07	1	15,07
85	1730	0	175	175	185	21,02503	13,95745	12,54	1	12,54
77	899	90	73	163	164	16,41874	10,36794	15,72	1	15,72

- Hasil Running Kapal Internasional (CTT = 4)

LOA	GT	Jumlah container (TEU)		TOTAL		Berthing Time	Operating Time (jam)	BSH	JML CC	BCH
		Unloading	Loading	Box	TEUS					
120	7994	234	1	235	236	19,187064	12,428831	18,91	1	18,91
106	4269	69	56	125	136	13,399184	6,261633	19,96	1	19,96
118	6402	219	1	220	237	16,615157	14,254824	15,43	1	15,43
241	33552	334	845	1179	1505	50,045545	45,333174	52,02	2	26,01
117	5771	0	165	165	176	16,497803	10,252148	16,09	1	16,09
121	7018	138	85	223	308	20,61209403	18,18510016	12,26	1	12,26
101	2578	214	0	214	230	17,07462816	9,532175947	22,45	1	22,45
105	3344	62	33	95	110	8,02239162	5,448666176	17,44	1	17,44
247	36237	511	623	1134	1514	49,56277462	45,32249441	50,19	2	25,095
107	3553	116	0	116	127	11,08352007	4,860032279	23,87	1	23,87
106	2688	0	110	110	134	18,14654968	9,242206731	11,9	1	11,9
110	4824	4	221	225	249	21,62477575	16,64819884	13,51	1	13,51
111	5169	140	93	233	276	17,83710564	15,38190777	15,15	1	15,15
114	4989	114	0	114	162	12,0454484	8,644413091	13,19	1	13,19
137	11266	133	275	408	584	39,33219754	34,54371019	11,81	1	11,81
110	4701	3	221	224	329	24,20558876	19,53429714	11,47	1	11,47
110	3791	1	141	142	180	16,85810562	10,5763267	13,43	1	13,43
230	30617	130	769	899	952	33,55230023	29,4922922	54	2	27
113	4995	2	175	177	188	17,57849398	11,99413657	14,76	1	14,76
120	6216	47	190	237	333	25,62558353	21,7842939	10,88	1	10,88
107	5121	74	193	267	273	23,98425122	15,65056065	17,06	1	17,06
140	11567	176	145	321	342	23,55554354	21,34553137	15,04	1	15,04
127	9052	168	88	256	317	24,89230539	17,87924807	14,32	1	14,32
105	3530	107	63	170	225	18,09991557	11,7072355	14,52	1	14,52
195	24005	0	753	753	963	37,77417089	29,82565344	50,5	2	25,25
215	29377	1155	7	1162	1271	40,05326182	37,51328714	54	2	27
100	3516	0	192	192	228	19,33450224	16,61021257	11,56	1	11,56
107	4455	53	61	114	124	10,37816241	4,702240194	24,24	1	24,24
260	38871	403	1159	1562	1677	58,32150292	50,50216639	54	2	27
145	11956	1	401	402	502	40,13974315	35,26891026	11,4	1	11,4
266	40662	24	1495	1519	1901	64,01140319	62,15329394	48,88	2	24,44
159	16590	209	338	547	604	38,6418606	34,83530512	15,7	1	15,7
232	32848	289	879	1168	1468	49,71315821	46,23909138	50,62	2	25,31
252	35860	1297	2	1299	1549	48,55009156	41,53032381	54	2	27
114	5529	198	1	199	204	17,43061581	12,72091427	15,64	1	15,64
247	36841	363	912	1275	1550	54,25989937	47,74122444	53,42	2	26,71
106	3760	55	36	91	110	10,87809601	4,651979948	19,56	1	19,56
102	2783	120	1	121	150	10,24586919	6,983496993	17,33	1	17,33
209	26825	517	331	848	1022	36,39944262	30,09164428	54	2	27
117	6962	37	171	208	268	19,46667085	14,69857057	14,15	1	14,15
111	4448	33	174	207	265	22,33930124	16,53407897	12,52	1	12,52
169	18168	424	401	825	1101	71,60445486	67,22267772	12,27	1	12,27
113	4730	137	0	137	148	10,85954319	6,184282447	22,15	1	22,15
112	5481	89	170	259	274	18,63591121	11,46855891	22,58	1	22,58
108	3807	83	90	173	217	17,1501856	9,581947255	18,05	1	18,05
118	6066	26	85	111	127	12,77064619	8,214361483	13,51	1	13,51
109	4525	56	90	146	147	12,86866736	5,961855781	24,49	1	24,49
109	4287	83	128	211	304	22,97901069	18,73296443	11,26	1	11,26
107	3937	62	81	143	180	17,37569929	8,729100669	16,38	1	16,38
109	4545	76	42	118	127	7,982736857	6,57588916	17,94	1	17,94

- Hasil Running Kapal Domestik (CTT = 4)

LOA	GT	Jumlah container (TEU)		TOTAL		Arriving Time	Operating Time	BSH	JML CC	BCH
		Unloading	Loading	Box	TEUS					
125	8042	424	0	424	425	30,28922	28,91106	14,67	1	14,67
90	2320	136	0	136	138	10,74526	7,863401	17,3	1	17,3
97	3600	57	151	208	208	16,47761	10,85957	19,15	1	19,15
99	4607	4	249	253	265	20,83779	17,16264	14,74	1	14,74
81	1713	93	125	218	219	16,18368	10,43581	20,89	1	20,89
118	7238	146	234	380	380	30,93795	26,2378	14,48	1	14,48
90	3009	82	84	166	167	17,37762	10,90829	15,22	1	15,22
79	863	81	59	140	140	13,1786	9,860025	14,2	1	14,2
185	19163	392	411	803	809	30,32136	25,81149	54	2	27
106	5359	200	92	292	302	24,35889	20,95288	13,94	1	13,94
99	3513	223	0	223	233	16,71931	15,15903	14,71	1	14,71
79	784	69	71	140	169	12,70395	6,9249	20,22	1	20,22
82	818	1	115	116	118	17,8974	8,852697	13,1	1	13,1
98	3623	81	128	209	209	17,77191	14,63602	14,28	1	14,28
98	3759	132	84	216	225	16,33419	12,97454	16,65	1	16,65
80	919	0	181	181	208	20,39168	13,89362	13,03	1	13,03
94	3361	0	252	252	261	24,3146	18,58157	13,56	1	13,56
81	1222	54	61	115	118	9,159197	6,712341	17,13	1	17,13
100	3795	121	126	247	247	20,38444	16,94642	14,58	1	14,58
99	3582	0	267	267	278	31,14636	20,17036	13,24	1	13,24
75	904	105	100	205	208	23,10187	15,23486	13,46	1	13,46
77	1094	135	0	135	135	11,13655	9,236953	14,62	1	14,62
101	4541	159	75	234	235	18,80081	16,63552	14,07	1	14,07
101	5172	1	329	330	371	27,34505	22,52819	14,65	1	14,65
87	2302	129	0	129	148	10,53292	6,898497	18,7	1	18,7
100	4025	137	178	315	328	24,67285	22,01474	14,31	1	14,31
81	1633	41	108	149	175	20,41423	8,501452	17,53	1	17,53
96	3996	177	0	177	177	22,49272	11,78838	15,01	1	15,01
146	11479	0	413	413	448	38,67613	29,40017	14,05	1	14,05
88	2727	176	0	176	184	13,95206	6,572397	26,78	1	26,78
108	4933	139	75	214	217	18,65397	9,649482	22,18	1	22,18
79	1321	137	0	137	138	14,74609	8,280233	16,55	1	16,55
117	7849	99	186	285	292	20,99869	19,29359	14,77	1	14,77
87	2235	87	115	202	242	17,45387	13,86899	14,56	1	14,56
80	889	83	40	123	129	12,11013	2,985314	27	1	27
103	4305	0	282	282	283	21,67943	20,67603	13,64	1	13,64
123	8525	5	329	334	516	30,978	26,58616	12,56	1	12,56
94	3306	212	92	304	313	27,25268	20,23788	15,02	1	15,02
94	3279	226	0	226	337	20,43123	15,53912	14,54	1	14,54
109	5685	133	114	247	295	23,85643	18,47836	13,37	1	13,37
84	2187	199	0	199	200	19,97741	12,41388	16,03	1	16,03
121	7190	0	289	289	298	29,74292	20,78543	13,9	1	13,9
104	4860	126	153	279	282	20,91154	19,99098	13,96	1	13,96
162	13986	532	0	532	545	38,63058	34,09312	15,6	1	15,6
89	2133	102	81	183	192	14,33386	11,8018	15,51	1	15,51
134	10539	0	517	517	565	47,08057	38,34099	13,48	1	13,48
104	5122	107	96	203	204	16,46038	13,10112	15,49	1	15,49
135	10681	261	269	530	558	39,61797	31,18052	17	1	17
99	4229	0	213	213	215	18,52529	15,51297	13,73	1	13,73
84	1505	0	244	244	247	22,8532	17,26608	14,13	1	14,13
84	2142	1	204	205	215	17,99482	15,06217	13,61	1	13,61
136	9770	0	442	442	448	34,46661	31,90419	13,85	1	13,85
83	1678	0	181	181	198	16,18638	12,77767	14,17	1	14,17
97	3323	154	87	241	276	19,52401	10,14934	23,75	1	23,75
78	920	137	0	137	151	11,8517	4,483192	27	1	27
156	14505	288	188	476	480	34,30049	32,68836	14,56	1	14,56
123	8196	1	447	448	454	40,05218	32,93791	13,6	1	13,6
84	1770	89	115	204	205	17,29702	8,109767	25,15	1	25,15
84	1870	85	73	158	170	12,19167	6,801462	23,23	1	23,23
113	6514	190	165	355	358	28,09323	21,72968	16,34	1	16,34
179	18350	0	522	522	530	23,92359	18,96823	54	2	27
90	2932	148	90	238	240	19,80077	16,46612	14,45	1	14,45
138	12065	0	456	456	474	35,63102	32,24677	14,14	1	14,14
111	6170	0	258	258	263	21,58765	19,11877	13,49	1	13,49
104	5193	0	224	224	226	19,85044	16,33861	13,71	1	13,71
80	841	79	84	163	169	14,36752	11,79482	13,82	1	13,82
117	6410	0	332	332	336	26,70968	24,4365	13,59	1	13,59
81	1082	46	59	105	113	8,092263	6,892182	15,23	1	15,23
142	11399	181	236	417	469	35,17666	29,31042	14,23	1	14,23
79	887	67	86	153	177	12,83745	11,52686	13,27	1	13,27
102	4531	122	119	241	269	20,32228	16,73837	14,4	1	14,4
212	23570	399	263	662	742	25,52642	22,40434	54	2	27
91	2640	103	83	186	190	17,95028	12,05524	15,43	1	15,43
81	1229	78	49	127	132	12,47826	8,970421	14,16	1	14,16
87	2033	67	141	208	214	20,58627	14,49885	14,35	1	14,35
99	4304	1	248	249	251	25,44168	17,55493	14,18	1	14,18

- Hasil Running Kapal Internasional (CTT = 3)

LOA	GT	Jumlah container (TEUS)		TOTAL		Berthing Time	Operating Time (jam)	BSH	JML CC	BCH
		Unloading	Loading	Box	TEUS					
120	7994	234	1	235	236	18,067396	12,733791	18,45	1	18,45
192	23867	306	425	731	903	34,555404	29,796593	49,09	2	24,545
121	7755	184	2	186	189	14,050916	8,478890	21,94	1	21,94
182	21585	732	0	732	796	27,541204	23,445108	54	2	27
221	30657	1172	0	1172	1511	49,270513	46,659412	50,26	2	25,13
189	24913	983	0	982	1096	37,43794628	31,18120094	54	2	27
114	5592	0	219	219	253	22,11519154	17,38521652	12,6	1	12,6
212	28798	4	900	904	1117	44,71022595	41,11026433	43,99	2	21,995
134	10455	185	168	353	381	30,63601693	23,92136026	14,76	1	14,76
220	29863	146	821	967	1026	39,63226144	35,99558529	53,01	2	26,505
106	2769	32	74	106	109	8,258872898	4,866133792	21,78	1	21,78
108	4321	108	3	111	114	9,886208836	6,513218949	17,04	1	17,04
102	2623	61	0	61	65	5,962334597	0,278846812	27	1	27
103	2741	14	62	76	90	11,40234375	4,998100755	15,21	1	15,21
122	6639	198	2	200	262	20,90500555	13,84048955	14,45	1	14,45
126	8457	149	127	276	286	21,87038442	17,45487466	15,81	1	15,81
108	4352	1	219	220	250	25,13139222	18,41922451	11,94	1	11,94
256	37732	4	1208	1212	1449	58,10610063	53,37593541	45,41	2	22,705
103	3088	150	2	152	155	12,99187908	8,740895939	17,39	1	17,39
101	2404	19	94	113	144	15,44778338	10,09261465	11,2	1	11,2
182	21367	193	541	734	868	34,93051486	29,83239524	49,45	2	24,725
211	26878	746	4	750	1044	33,95761682	28,35266997	52,92	2	26,46
111	4517	0	6	6	7	6,599811123	0,858207975	6,99	1	6,99
198	24943	918	1	919	1013	34,78543721	30,38429971	54	2	27
134	10530	126	201	327	433	34,20267267	29,51307024	11,08	1	11,08
111	4835	57	102	159	226	18,17986241	12,66148241	12,56	1	12,56
106	3997	140	1	141	219	17,42304394	11,10562333	12,7	1	12,7
133	9879	126	129	255	289	23,19225436	17,32220848	14,72	1	14,72
100	2367	59	52	111	118	9,733153472	5,414314202	20,5	1	20,5
110	3686	46	54	100	148	14,53159401	9,342410342	10,7	1	10,7
262	39108	591	753	1344	1425	53,11300518	48,99396589	53,49	2	26,745
109	4365	118	0	118	118	8,019356885	2,093046346	27	1	27
121	7119	113	96	209	255	18,37913284	13,24422276	15,78	1	15,78
196	25322	292	468	760	853	31,34825139	24,89565327	54	2	27
112	5590	154	1	155	237	18,32087359	13,12273578	11,81	1	11,81
109	4417	89	84	173	202	16,55596042	8,9865819	19,25	1	19,25
113	5751	2	158	160	202	21,42485636	14,50566508	11,03	1	11,03
110	4488	66	67	133	209	17,9991461	12,14524221	10,95	1	10,95
114	4639	0	137	137	170	19,54781896	10,43994089	13,12	1	13,12
173	20050	594	0	594	594	41,71548994	32,84667641	18,08	1	18,08
104	2860	25	127	152	180	14,94707511	10,99181465	13,83	1	13,83
117	5692	0	262	262	397	33,74617356	31,02493451	8,44	1	8,44
229	32787	359	641	1000	1304	47,80287716	42,66448942	46,92	2	23,46
277	42535	796	901	1697	2276	81,45257857	75,96694151	44,69	2	22,345
107	3990	52	74	126	150	14,45264871	9,435951167	13,35	1	13,35
104	3317	106	0	106	146	10,28617612	4,92889387	21,51	1	21,51
237	34370	455	561	1016	1270	46,60189392	42,4959282	47,81	2	23,905
100	2996	81	112	193	233	19,38169681	13,38046161	14,42	1	14,42
228	32329	6	1032	1038	1122	45,41328315	41,48178065	50,06	2	25,03
107	4434	121	108	229	292	22,87219375	17,42097535	13,15	1	13,15
195	24274	354	473	827	1034	40,85950818	36,63608543	45,14	2	22,57
111	5410	87	0	87	97	9,367425275	3,747099044	23,22	1	23,22
229	33259	1	1267	1268	1513	59,36382775	56,2320792	45,1	2	22,55
231	33368	704	462	1166	1331	48,23632688	43,41340326	53,1	2	26,55
104	2818	49	74	123	129	10,13648974	8,53292664	14,41	1	14,41
255	37727	4	1435	1439	1676	66,45229837	63,33866183	45,44	2	22,72
176	21084	744	2	746	817	28,14277677	24,788286	54	2	27
103	3316	0	47	47	50	8,786245994	3,876143635	12,13	1	12,13
100	2533	49	64	113	141	11,25078971	7,47126378	15,12	1	15,12
101	2853	25	0	25	25	5,058618343	0,000555556	27	1	27
112	4303	67	76	143	200	16,47946697	13,63536329	10,49	1	10,49
117	5551	77	115	192	242	16,93678114	12,98619402	14,78	1	14,78
123	7477	121	102	223	235	19,41669851	14,66035851	15,21	1	15,21
179	20945	327	405	732	872	31,42744762	26,73896017	52,61	2	26,305
99	2666	65	60	125	128	13,21872267	8,217967438	15,21	1	15,21
121	7078	22	139	161	169	18,81283901	11,69629127	13,77	1	13,77
121	7828	121	227	348	397	30,52130693	23,39315648	14,88	1	14,88
119	6811	112	103	215	320	26,37500752	19,67671234	10,93	1	10,93
107	3835	113	2	115	122	10,05265385	6,298335854	18,26	1	18,26
130	10378	191	225	416	427	29,51416903	22,82255528	18,23	1	18,23
216	29560	932	0	931	940	31,09932713	27,10650766	54	2	27
190	23470	90	581	671	1134	44,67421746	39,25651826	34,18	2	17,09
225	31396	417	581	998	1117	42,33031006	35,75867241	53,44	2	26,72
122	7613	234	0	234	287	19,35508958	15,79374345	14,82	1	14,82
237	35322	290	1207	1497	1968	71,77755966	65,74370183	45,55	2	22,775
106	3752	24	76	100	106	12,51110803	6,249203001	16	1	16
111	5398	1	207	208	212	17,60253201	14,52599488	14,32	1	14,32
102	3384	109	2	111	114	10,57567347	2,605865215	27	1	27

• Hasil Running Kapal Domestik (CTT = 3)

LOA	GT	Jumlah container (TEUS)		TOTAL		Berthing Time	Operating Time (jam)	BSH	JML CC	BCH
		Unloading	Loading	Box	TEUS					
125	8042	424	0	424	425	31,06928469	29,33563488	14,45	1	14,45
90	3387	127	99	226	267	18,354261	17,00940722	13,29	1	13,29
81	1249	74	117	191	242	13,84013598	12,47725563	15,31	1	15,31
82	1855	91	72	163	169	13,34369357	11,37964214	14,32	1	14,32
173	16179	216	322	538	541	21,46531001	16,40255665	54	2	27
88	2187	84	85	169	176	16,20375369	11,4012554	14,82	1	14,82
79	870	60	51	111	119	9,156535331	6,150113515	18,05	1	18,05
79	966	0	112	112	112	16,23076618	8,59410669	13,03	1	13,03
127	8438	107	131	238	253	19,01753934	16,57152431	14,36	1	14,36
128	8748	0	311	311	311	25,52165109	22,8975744	13,58	1	13,58
80	1173	96	90	186	187	15,77766581	13,01302572	14,29	1	14,29
94	4005	76	149	225	299	19,52017086	15,6091762	14,41	1	14,41
87	2178	151	0	151	158	14,1549159	9,712800892	15,55	1	15,55
79	895	155	0	155	155	12,92737225	11,55484415	13,41	1	13,41
82	1643	74	105	179	180	14,45670628	9,59995279	18,65	1	18,65
79	1556	188	0	188	232	14,46148126	11,88200525	15,82	1	15,82
92	2923	103	81	184	198	14,7661431	11,85816547	15,52	1	15,52
76	1137	95	67	162	179	13,3262823	8,372298934	19,35	1	19,35
164	14113	263	177	440	441	34,8227035	23,98169408	18,35	1	18,35
80	1182	69	45	114	128	16,47965554	5,563127935	20,49	1	20,49
80	1407	71	81	152	157	11,42325668	9,850677086	15,43	1	15,43
117	6385	144	124	268	289	19,82347135	18,61560897	14,4	1	14,4
86	2088	200	0	200	202	15,15423576	12,34360244	16,2	1	16,2
115	7289	162	127	289	292	21,47829436	20,11626247	14,37	1	14,37
119	7145	178	251	429	439	33,27260704	31,02313934	13,83	1	13,83
98	4475	0	289	289	289	26,35338357	22,28764823	12,97	1	12,97
78	802	105	73	178	192	18,04975801	13,43653151	13,25	1	13,25
92	3253	1	178	179	179	18,44710975	13,6624465	13,1	1	13,1
81	1024	0	163	163	164	14,99363668	12,3780789	13,17	1	13,17
76	789	136	0	136	137	11,74302845	9,838714364	13,82	1	13,82
80	1051	163	0	163	164	18,87089569	7,138391951	22,83	1	22,83
104	4970	111	134	245	261	20,68675643	15,59835566	15,71	1	15,71
144	11654	264	184	448	488	36,80628544	33,03735613	13,56	1	13,56
78	845	112	72	184	220	17,49969611	8,654514107	21,26	1	21,26
80	840	135	0	135	182	12,2247367	4,80909242	27	1	27
156	11811	241	219	460	583	35,48005297	33,75468731	13,63	1	13,63
192	19767	510	280	790	861	32,54000129	24,66927553	54	2	27
99	3706	261	0	261	262	20,15688982	10,13196277	25,76	1	25,76
88	2503	76	98	174	181	15,42274948	7,914762256	21,98	1	21,98
86	2216	127	81	208	216	19,87103466	9,862216765	21,09	1	21,09
98	3923	1	226	227	229	22,0026793	16,66512984	13,62	1	13,62
123	7775	354	0	354	360	25,82604723	23,94312826	14,79	1	14,79
88	3082	118	114	232	248	19,19171547	16,77950786	13,83	1	13,83
77	835	121	0	121	121	10,16388834	6,740945083	17,95	1	17,95
81	1697	1	192	193	198	16,330073	14,31566578	13,48	1	13,48
102	4102	260	0	260	264	23,14524233	18,4232175	14,11	1	14,11
136	11044	275	222	497	498	38,79983689	34,4127648	14,44	1	14,44
102	5362	232	0	232	252	21,73525803	15,38710493	15,08	1	15,08
123	7939	177	112	289	300	26,42949199	21,3320465	13,55	1	13,55
115	6513	0	371	371	401	31,6596322	28,41267756	13,06	1	13,06
128	8245	0	410	410	435	34,55142697	33,26585233	12,32	1	12,32
97	3777	163	80	243	246	18,23834007	15,20554035	15,98	1	15,98
75	789	189	0	189	191	16,15308116	12,95869562	14,58	1	14,58
87	2297	76	117	193	213	19,17829244	9,790581335	19,71	1	19,71
84	1741	96	136	232	241	19,37787305	14,7918472	15,68	1	15,68
92	3117	282	0	282	288	22,45291755	19,57913412	14,4	1	14,4
191	19472	427	385	812	849	31,59656078	27,20027584	54	2	27
139	10808	149	270	419	455	35,64855285	31,4958644	13,3	1	13,3
130	10733	150	242	392	479	32,48444645	26,58113763	14,75	1	14,75
84	1808	211	0	211	232	15,56020032	11,55821366	18,26	1	18,26
94	4104	141	124	265	281	22,1031082	13,29787359	19,93	1	19,93
82	996	57	68	125	131	12,06583138	6,080400277	20,56	1	20,56
106	5446	0	253	253	287	29,63969223	20,47561076	12,36	1	12,36
100	3879	86	146	232	243	19,46430864	15,34411668	15,12	1	15,12
84	1678	83	59	142	144	11,05948931	5,52931313	25,68	1	25,68
120	8361	163	196	359	374	30,24248664	26,13208154	13,74	1	13,74
79	1580	191	0	191	209	20,73168156	13,1576563	14,52	1	14,52
78	1081	64	69	133	142	11,55429229	8,601541508	15,46	1	15,46
75	910	82	92	174	180	14,11995471	9,3722438	18,57	1	18,57
76	852	73	64	137	140	11,14542606	9,10712659	15,04	1	15,04
79	1137	92	70	162	210	14,78738903	8,734928639	18,55	1	18,55
82	1034	138	0	138	142	12,35908482	7,949435506	17,36	1	17,36
81	1209	170	0	170	237	14,24784876	11,67345196	14,56	1	14,56
94	3276	64	92	156	156	14,99282801	10,7411092	14,52	1	14,52
190	19714	516	344	860	864	34,31716231	29,51354421	54	2	27
92	3016	96	102	198	198	15,91829456	12,84328211	15,42	1	15,42
83	2089	0	169	169	169	19,86042624	13,57789242	12,45	1	12,45
92	3655	0	207	207	208	22,44397661	16,00922205	12,93	1	12,93
145	12033	275	285	560	637	42,91359645	41,66875151	13,44	1	13,44

Lampiran 6 :

Uji T-Test dan CI (Internasional)

Two-Sample T-Test and CI: LOA Intr SIM; LOA Intr DT

Two-sample T for LOA Intr SIM vs LOA Intr DT

	N	Mean	StDev	SE Mean
LOA Intr SIM	52	152,2	57,8	8,0
LOA Intr DT	56	146,1	52,3	7,0

Difference = μ (LOA Intr SIM) - μ (LOA Intr DT)

Estimate for difference: 6,1

95% CI for difference: (-15,0; 27,2)

T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 0,57 P-Value = 0,567 DF = 102

Two-Sample T-Test and CI: GT Intr SIM; GT Intr DT

Two-sample T for GT Intr SIM vs GT Intr DT

	N	Mean	StDev	SE Mean
GT Intr SIM	52	14495	13379	1855
GT Intr DT	56	13024	11900	1590

Difference = μ (GT Intr SIM) - μ (GT Intr DT)

Estimate for difference: 1471

95% CI for difference: (-3376; 6318)

T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 0,60 P-Value = 0,548 DF = 102

Two-Sample T-Test and CI: BOX Intr SIM; BOX Intr DT

Two-sample T for BOX Intr SIM vs BOX Intr DT

	N	Mean	StDev	SE Mean
BOX Intr SIM	52	478	464	64
BOX Intr DT	56	427	477	64

Difference = μ (BOX Intr SIM) - μ (BOX Intr DT)

Estimate for difference: 50,9

95% CI for difference: (-128,8; 230,5)

T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 0,56 P-Value = 0,576 DF = 105

Two-Sample T-Test and CI: Bert T Int SIM; Bert T Int DT

Two-sample T for Bert T Int SIM vs Bert T Int DT

	N	Mean	StDev	SE Mean
Bert T Int SIM	52	25,6	15,8	2,2
Bert T Int DT	56	25,4	12,9	1,7

Difference = μ (Bert T Int SIM) - μ (Bert T Int DT)
 Estimate for difference: 0,23
 95% CI for difference: (-5,30; 5,76)
 T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 0,08 P-Value = 0,935 DF = 98

Two-Sample T-Test and CI: Oprs Int SIM; Oprs Int DT

Two-sample T for Oprs Int SIM vs Oprs Int DT

	N	Mean	StDev	SE Mean
Oprs Int SIM	52	20,7	15,6	2,2
Oprs Int DT	56	20,3	12,8	1,7

Difference = μ (Oprs Int SIM) - μ (Oprs Int DT)
 Estimate for difference: 0,42
 95% CI for difference: (-5,05; 5,89)
 T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 0,15 P-Value = 0,879 DF = 98

Two-Sample T-Test and CI: BSH Int SIM; BSH Int DT

Two-sample T for BSH Int SIM vs BSH Int DT

	N	Mean	StDev	SE Mean
BSH Int SIM	52	27,7	18,2	2,5
BSH Int DT	56	27,6	13,9	1,9

Difference = μ (BSH Int SIM) - μ (BSH Int DT)
 Estimate for difference: 0,11
 95% CI for difference: (-6,11; 6,33)
 T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 0,04 P-Value = 0,972 DF = 95

Two-Sample T-Test and CI: BCH Int SIM; BCH Int DT

Two-sample T for BCH Int SIM vs BCH Int DT

	N	Mean	StDev	SE Mean
BCH Int SIM	52	18,80	6,91	0,96
BCH Int DT	56	19,64	6,69	0,89

Difference = μ (BCH Int SIM) - μ (BCH Int DT)
 Estimate for difference: -0,84
 95% CI for difference: (-3,44; 1,76)
 T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = -0,64 P-Value = 0,522 DF = 104

Uji T-Test dan CI (Domestik)

Two-Sample T-Test and CI: LOA Dom SIM; LOA Dom DT

Two-sample T for LOA Dom SIM vs LOA Dom DT

	N	Mean	StDev	SE Mean
LOA Dom SIM	79	102,7	28,4	3,2
LOA Dom DT	66	100,9	29,9	3,7

Difference = μ (LOA Dom SIM) - μ (LOA Dom DT)
Estimate for difference: 1,79
95% CI for difference: (-7,85; 11,43)
T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 0,37 P-Value = 0,714 DF = 135

Two-Sample T-Test and CI: GT Dom SIM; GT Dom DT

Two-sample T for GT Dom SIM vs GT Dom DT

	N	Mean	StDev	SE Mean
GT Dom SIM	79	4824	4606	518
GT Dom DT	66	4569	4524	557

Difference = μ (GT Dom SIM) - μ (GT Dom DT)
Estimate for difference: 255
95% CI for difference: (-1249; 1759)
T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 0,33 P-Value = 0,738 DF = 139

Two-Sample T-Test and CI: BOX Dom SIM; BOX Dom DT

Two-sample T for BOX Dom SIM vs BOX Dom DT

	N	Mean	StDev	SE Mean
BOX Dom SIM	79	255	127	14
BOX Dom DT	66	247	216	27

Difference = μ (BOX Dom SIM) - μ (BOX Dom DT)
Estimate for difference: 8,1
95% CI for difference: (-51,9; 68,1)
T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 0,27 P-Value = 0,789 DF = 100

Two-Sample T-Test and CI: Bert T Dom SIM; Bert T Dom DT

Two-sample T for Bert T Dom SIM vs Bert T Dom DT

	N	Mean	StDev	SE Mean
Bert T Dom SIM	79	21,24	7,97	0,90
Bert T Dom DT	66	19,6	11,6	1,4

Difference = μ (Bert T Dom SIM) - μ (Bert T Dom DT)
Estimate for difference: 1,64
95% CI for difference: (-1,71; 4,98)
T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 0,97 P-Value = 0,335 DF = 111

Two-Sample T-Test and CI: Oprs Dom SIM; Oprs Dom DT

Two-sample T for Oprs Dom SIM vs Oprs Dom DT

	N	Mean	StDev	SE Mean
Oprs Dom SIM	79	15,75	8,09	0,91
Oprs Dom DT	66	14,4	10,3	1,3

Difference = μ (Oprs Dom SIM) - μ (Oprs Dom DT)

Estimate for difference: 1,35

95% CI for difference: (-1,73; 4,43)

T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 0,87 P-Value = 0,388 DF = 122

Two-Sample T-Test and CI: BSH Dom SIM; BSH Dom DT

Two-sample T for BSH Dom SIM vs BSH Dom DT

	N	Mean	StDev	SE Mean
BSH Dom SIM	79	17,82	7,98	0,90
BSH Dom DT	66	17,12	7,29	0,90

Difference = μ (BSH Dom SIM) - μ (BSH Dom DT)

Estimate for difference: 0,69

95% CI for difference: (-1,82; 3,20)

T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 0,55 P-Value = 0,586 DF = 141

Two-Sample T-Test and CI: BCH Dom SIM; BCH Dom DT

Two-sample T for BCH Dom SIM vs BCH Dom DT

	N	Mean	StDev	SE Mean
BCH Dom SIM	79	16,79	3,95	0,44
BCH Dom DT	66	16,05	5,53	0,68

Difference = μ (BCH Dom SIM) - μ (BCH Dom DT)

Estimate for difference: 0,745

95% CI for difference: (-0,865; 2,355)

T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 0,92 P-Value = 0,361 DF = 114

BIOGRAFI



Aris Setya Yuwana lahir pada tanggal 9 Juli 1988 di Kebumen, Jawa Tengah dari pasangan suami istri Bapak Miskun Widiyanto dan Ibu Dwi Rakhmayanti. Riwayat pendidikan dari penulis yaitu SDN 6 Panjer Kebumen (1995-2001), SMP Negeri 1 Kebumen (2001-2004) dan SMA Negeri 1 Kebumen (2004-2007). Penulis kemudian melanjutkan pendidikannya di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dengan mengambil mata kuliah Teknik Elektro (2007-2011) dan mengambil konsentrasi Sistem Tenaga Listrik. Penulis pernah melakukan kerja praktek di PT PLN (Persero) Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Jawa Bali (P3BJB).

Setelah menyelesaikan pendidikan S1 di UGM, penulis bekerja di sebuah perusahaan asing yang bergerak dibidang kelistrikan yang berkaitan dengan transformer (trafo). Sekarang penulis bekerja di PT Pelabuhan Indonesia III (Persero) dari tahun 2014 sampai sekarang. Saat ini penulis lebih banyak berkecimbung di dunia kepelabuhanan. Penulis membidangi bagian teknik di perusahaan.

Saat ini penulis tercatat sebagai mahasiswa Magister Manajemen Teknik jurusan Manajemen Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).